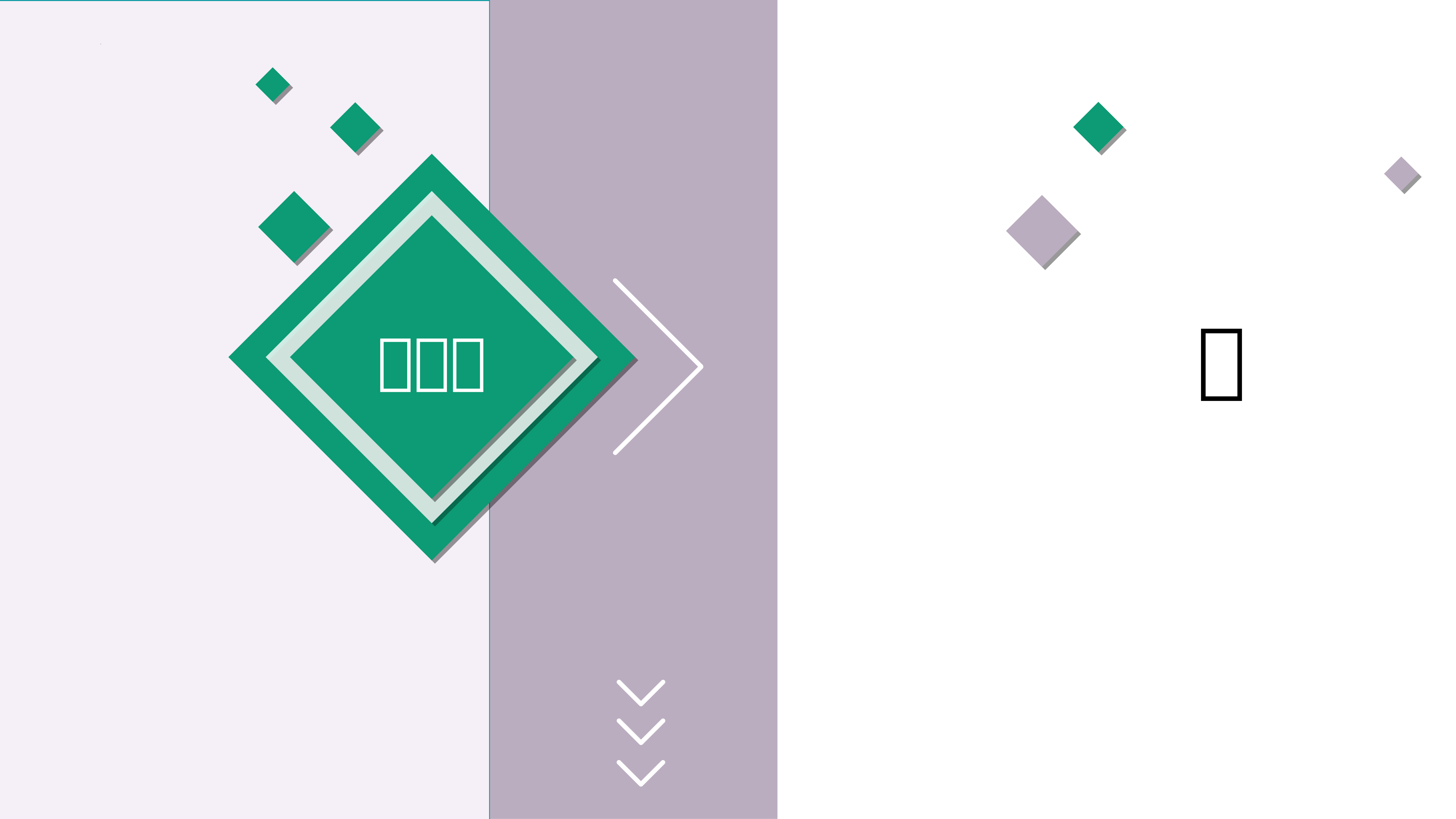
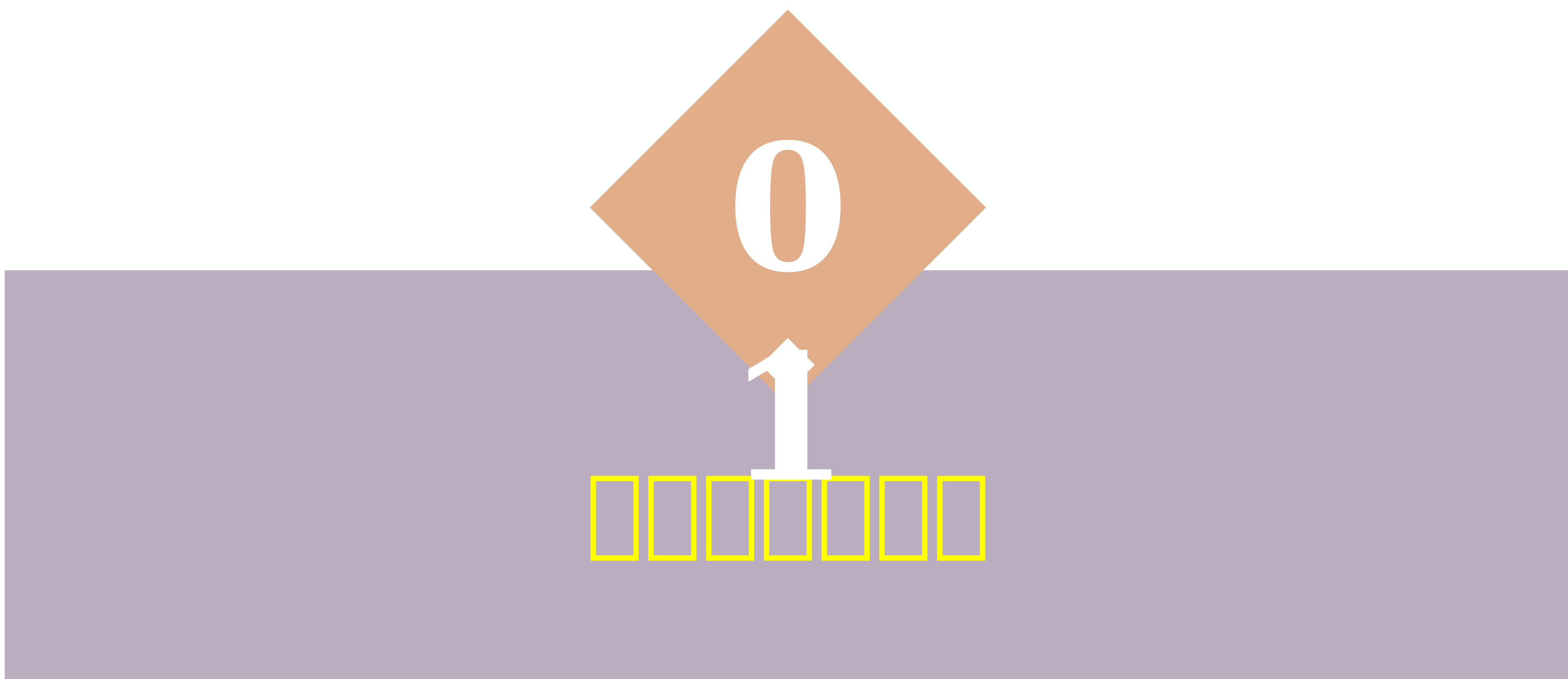
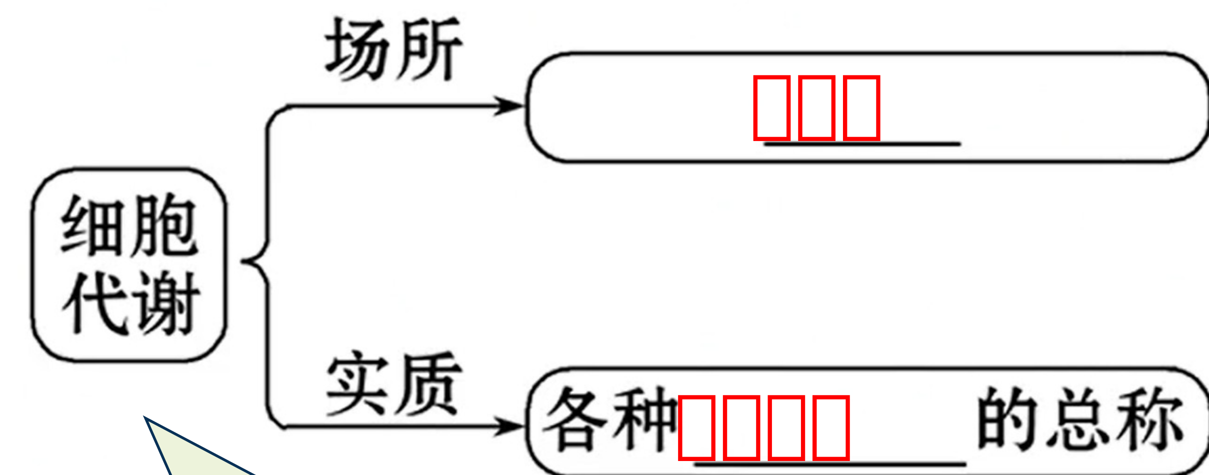
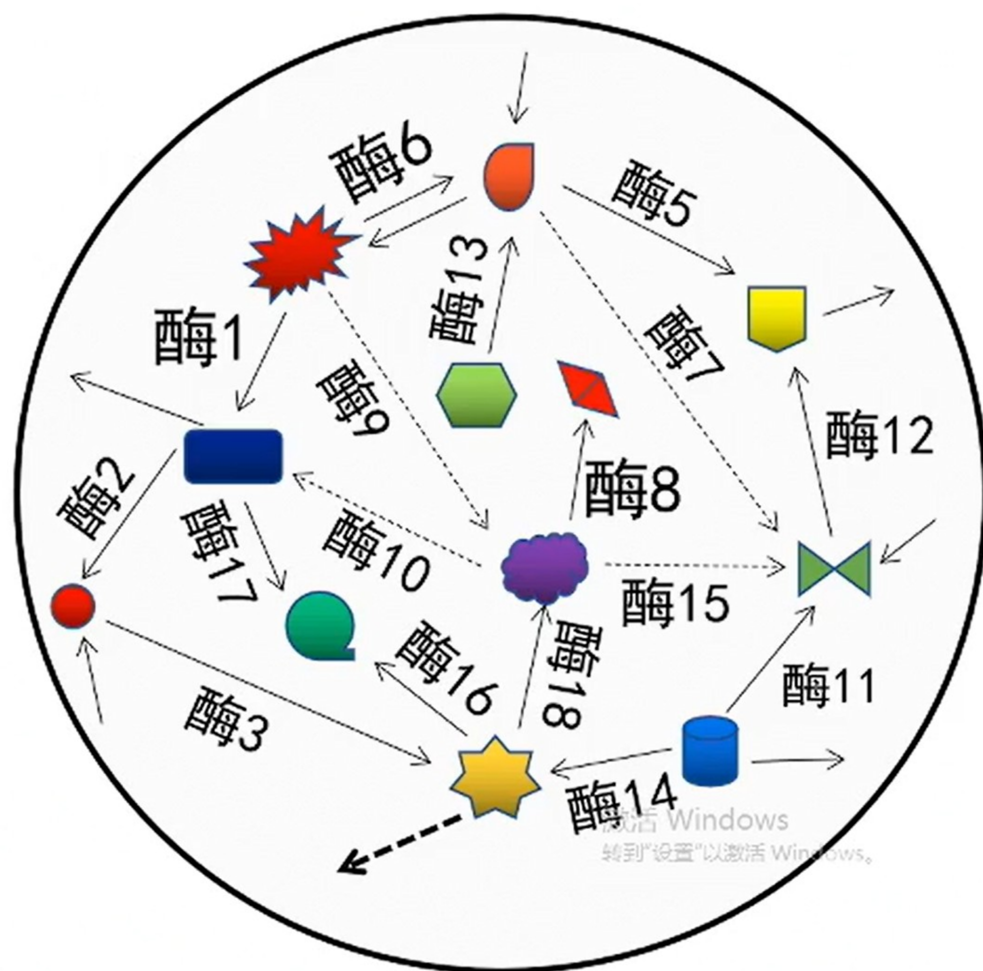



01

□□□□□□



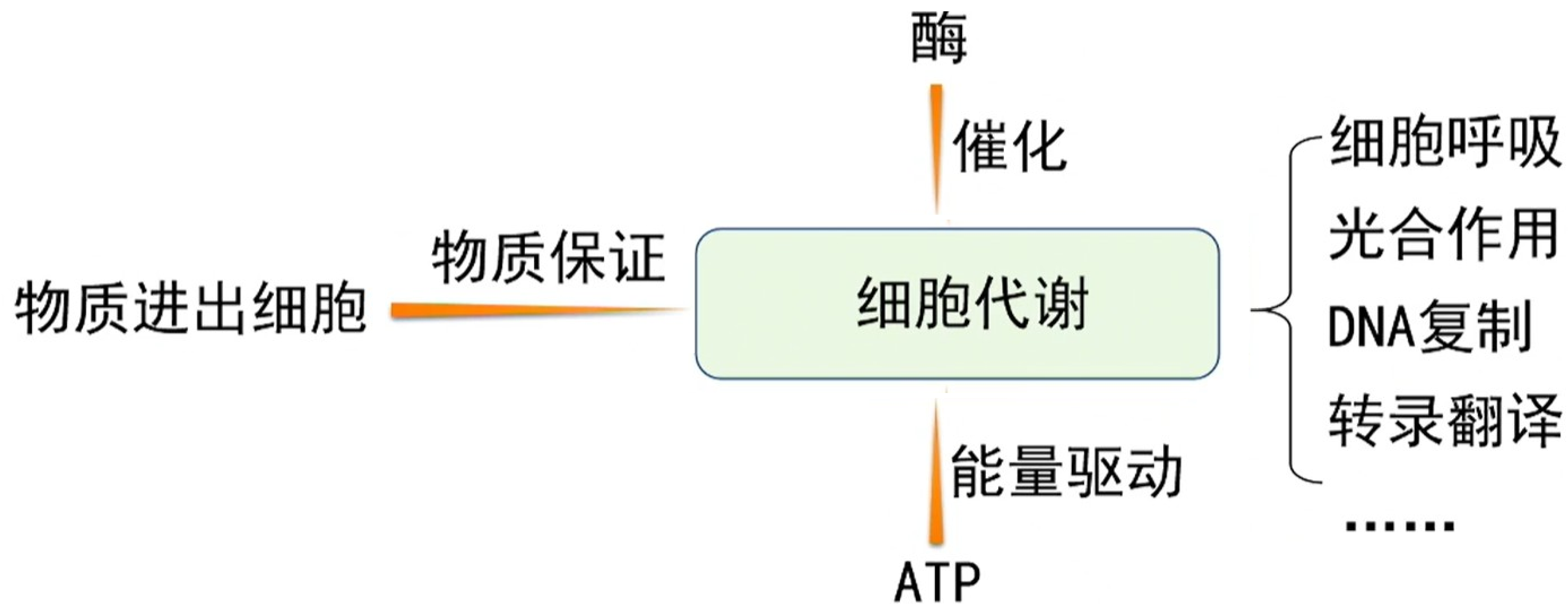
场所
□□□
细胞代谢
实质
各种□□□□的总称



酶1
酶2
酶3
酶5
酶6
酶7
酶8
酶9
酶10
酶11
酶12
酶13
酶14
酶15
酶16
酶17
酶18

□□“□□/□□”□□“□□□□”

□□□□□□


酶
催化
物质进出细胞
物质保证
细胞代谢
能量驱动
ATP
细胞呼吸
光合作用
DNA复制
转录翻译
……

[illegible]

[illegible] H_2O_2 [illegible]

组别		对照组	实验组		
		1号试管	2号试管	3号试管	[illegible]试管
过氧化氢	浓度	3%	3%	3%	3%
	剂量	2mL	2mL	2mL	2mL
反应条件		常温	90℃	$FeCl_3$2滴	肝脏研磨液2滴
结果	产生气泡	无气泡	少量	较多	大量
	卫生香燃烧情况	不复燃	不复燃	变亮	复燃

[illegible] H_2O_2 [illegible]

[illegible]

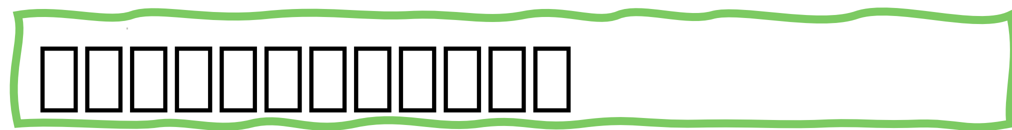
[illegible] H_2O_2 [illegible]

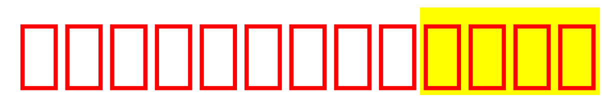
3+4

组别		对照组	实验组		
		1号试管	2号试管	3号试管	4号试管
过氧化氢	浓度	3%	3%	3%	3%
	剂量	2mL	2mL	2mL	2mL
反应条件		常温	90℃	$FeCl_3$2滴	肝脏研磨液2滴
结果	产生气泡	无气泡	少量	较多	大量
	卫生香燃烧情况	不复燃	不复燃	变亮	复燃

- [illegible]

空白对照	1+2 加热能加快过氧化氢分解的速率	1+3 Fe^{3+}能加快过氧化氢分解的速率	1+4 过氧化氢酶能加快过氧化氢分解的速率





过氧化氢酶比Fe^{3+}的催化效率高得多（酶的高效性）

2号（90℃）与1号（常温）对照

加热能加快过氧化氢分解的速率

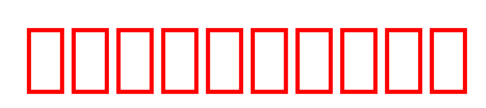
提供能量可以加快反应速率

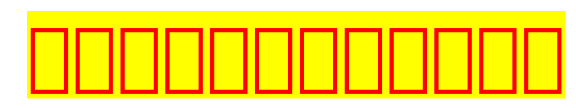
3号（$FeCl_3$ 2滴）与1号（常温）对照

Fe^{3+}能加快过氧化氢分解的速率

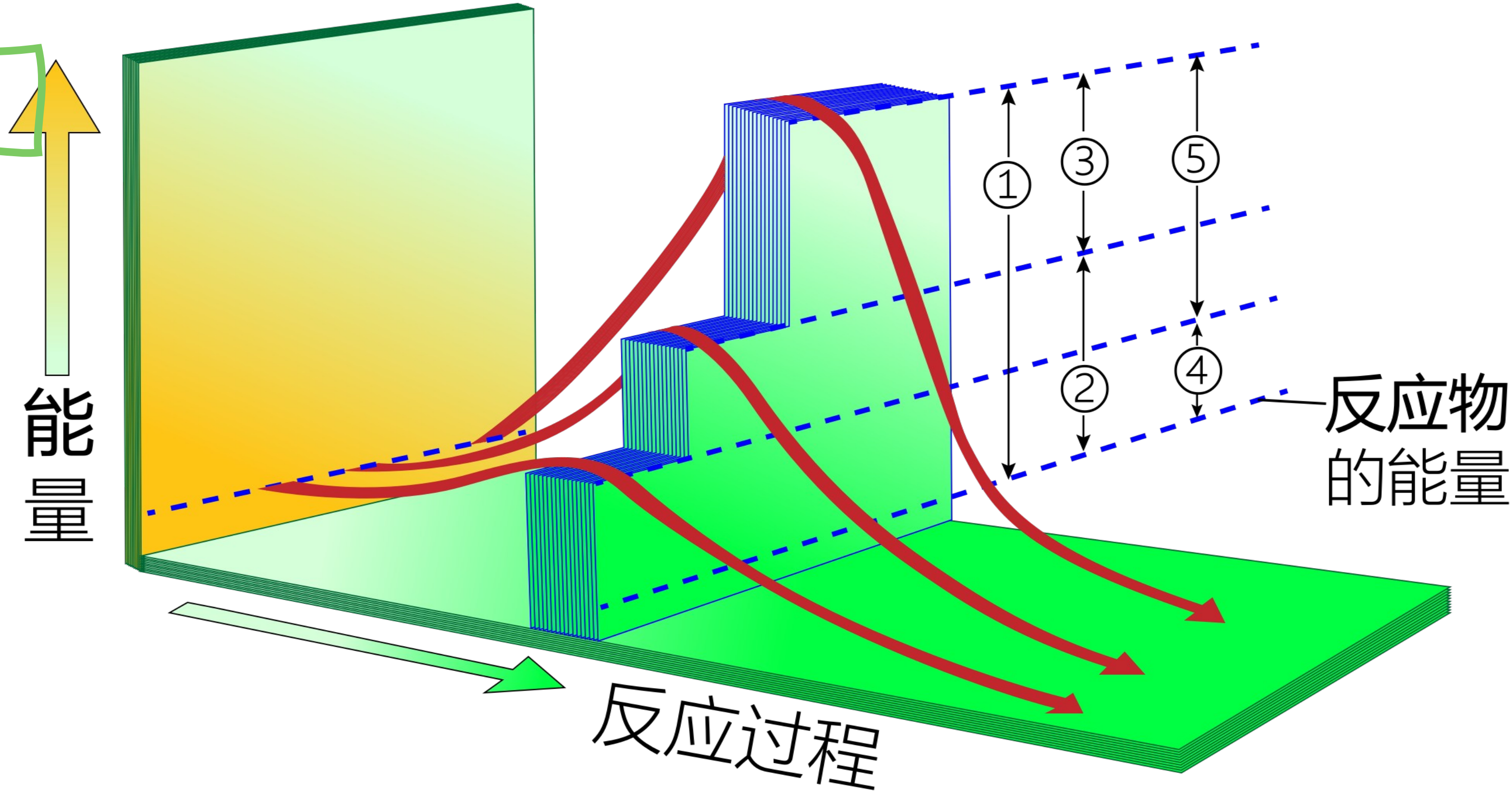
4号（肝脏研磨液2滴）与1号（常温）对照

过氧化氢酶能加快过氧化氢分解的速率





二、酶在细胞代谢中的作用



图中①表示: _没有催化剂___ 时化学反应所需的活化能。

图中②表示: _无机催化剂___ 催化时化学反应所需的活化能。

图中④表示: __酶_ 催化时化学反应所需的活化能。

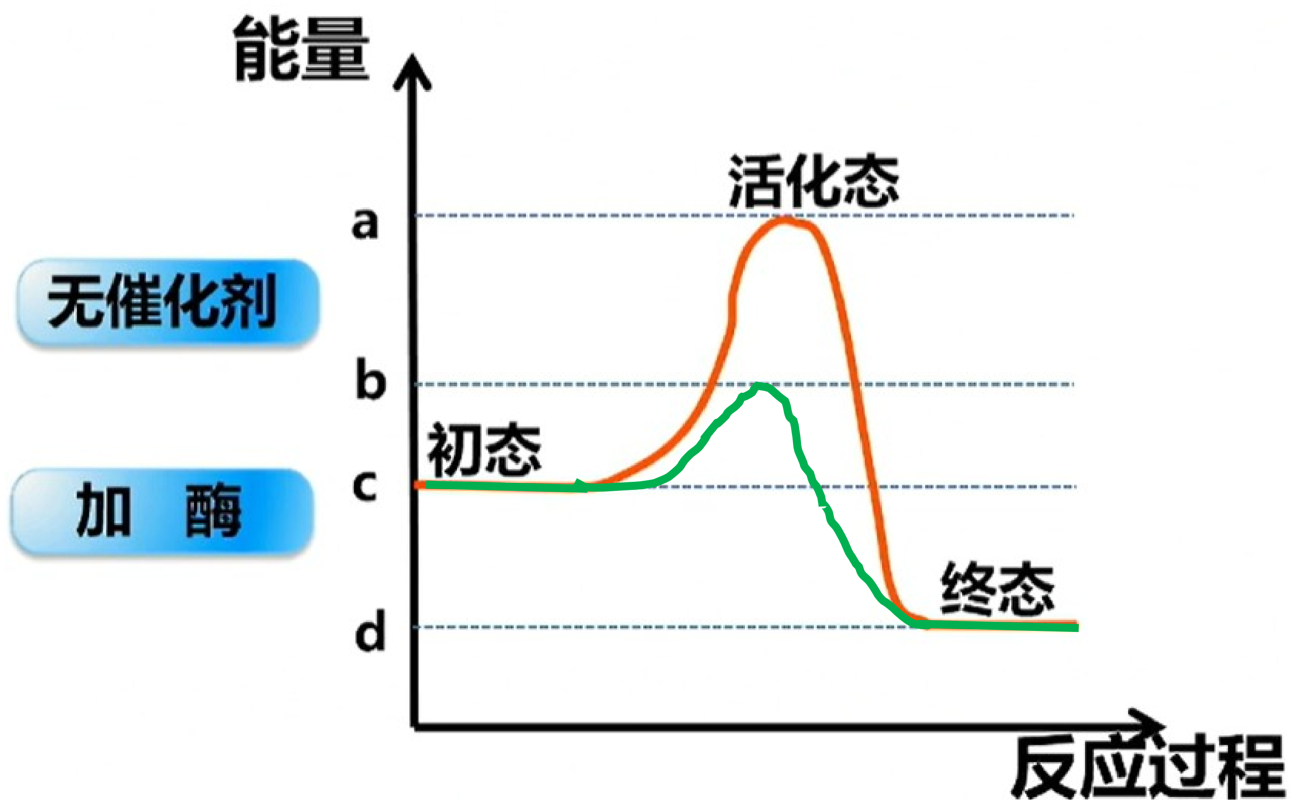
图中③表示: 无机催化剂降低的活化能

图中⑤表示: 酶降低的活化能 酶降低活化能的作用更加显著

□□

（1）在下图画出有酶催化时的曲线

（2）在反应中，若将酶催化改成无机催化剂催化，则b点在纵轴上将__□□__移动



三、酶的本质的探索历程

巴斯德之前：发酵是纯化学反应，与生命活动无关。

巴斯德 ↓

发酵与活细胞有关，发酵是整个细胞而不是细胞中某种物质起作用。

李比希 ↓

引起发酵的是细胞中的某些物质，但这些物质只有在酵母细胞死亡并裂解后才能发挥作用

↓

毕希纳

酵母细胞中的某些物质能够在酵母细胞破碎后继续起到催化作用，就像在活酵母细胞中一样。

↓

萨姆纳

从刀豆中提纯脲酶，并证明其化学本质是蛋白质

↓

切赫、奥尔特曼

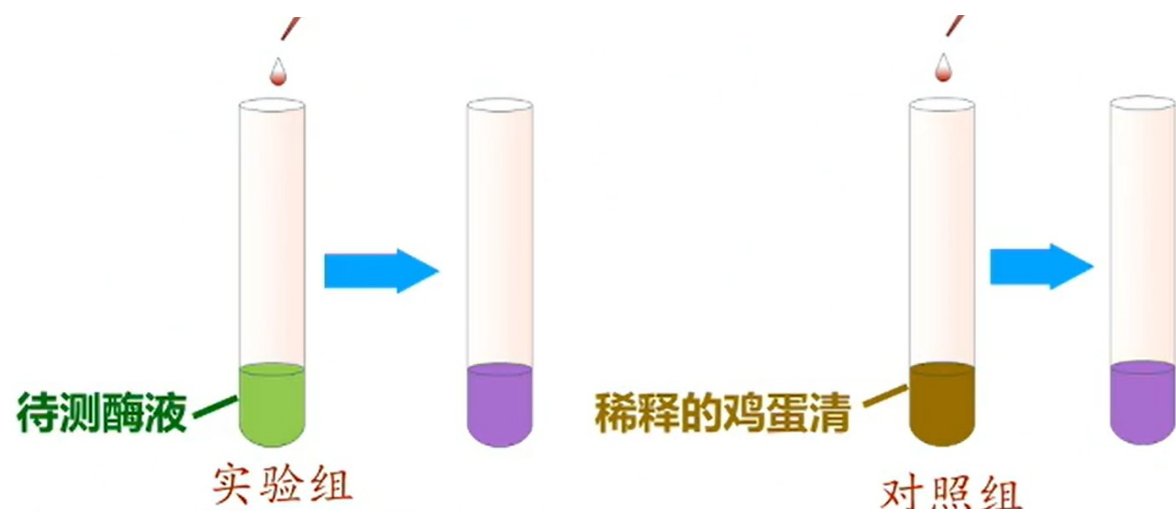
发现少数 **RNA** 具有催化功能。

三、酶的本质

化学本质	绝大多数是____蛋白质____	少数是____RNA____
合成原料	氨基酸	核糖核苷酸
合成场所	核糖体	细胞核
来源	活细胞（哺乳动物成熟红细胞除外）	
作用部位	细胞内 / 外、体外	
生理功能	只起催化作用，无调节作用	
作用原理	降低化学反应的活化能	

提醒：反应前后，酶的化学性质和数量保持不变。

□□



设计实验，探究某种酶的化学本质

方案1

某种酶 + 双缩脲试剂
- 出现紫色 → 该酶是蛋白质
- 不出现紫色 → 该酶是RNA

方案2

某种酶 + 蛋白酶 +加入酶的底物
- 底物没有被催化→该酶是蛋白质
- 底物被催化→该酶是RNA

练习

① 酶只能在活细胞中产生的，可在细胞外发挥作用。（　　）√

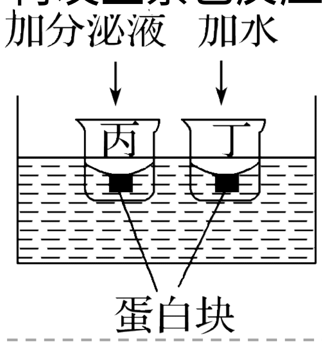
② 产生激素的细胞一定产生酶，但是产生酶的细胞不一定产生激素。（　　）√

③ 对于一个细胞来说，酶的种类和数目不会发生变化。（　　）×

④ 酶分子在催化反应完成后立即被降解成氨基酸。（　　）×

⑤ 在稀蛋清液中加入蛋白酶后，再加入双缩脲试剂，由于蛋液中的蛋白质被分解，因此不再发生紫色反应。（　　）×

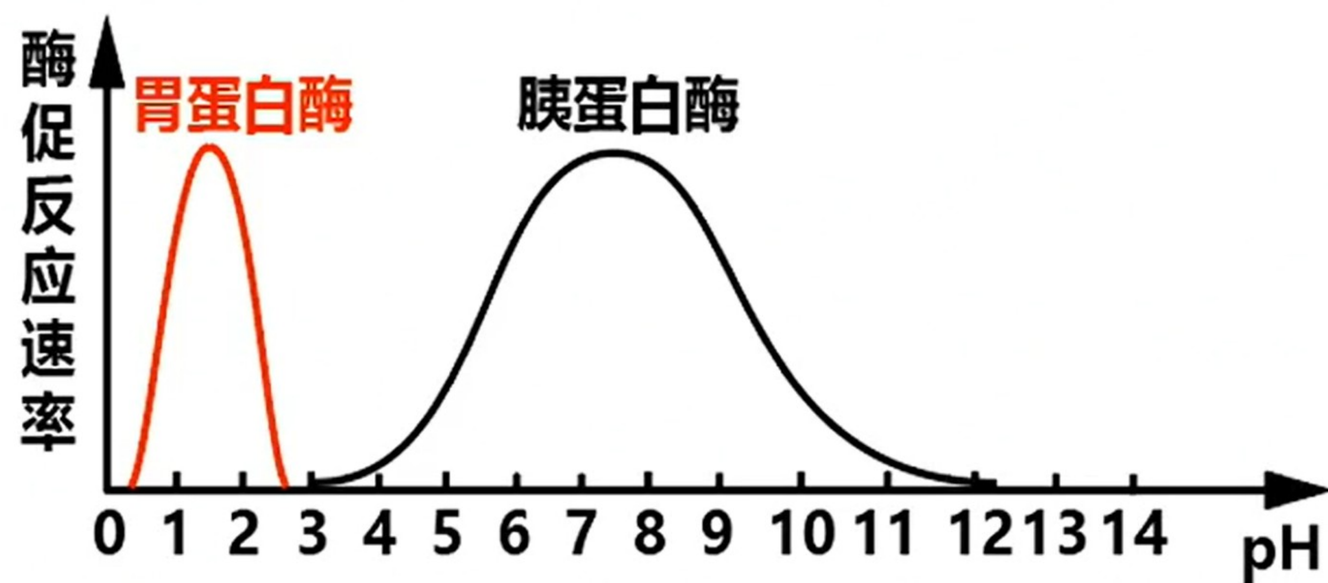
➤ 用蛋白块，看蛋白块的体积是否减小。



1. 消化酶：

是一类**水解酶**，可对应催化相关大分子的水解。

（1）有的由消化腺分泌到下消化道中



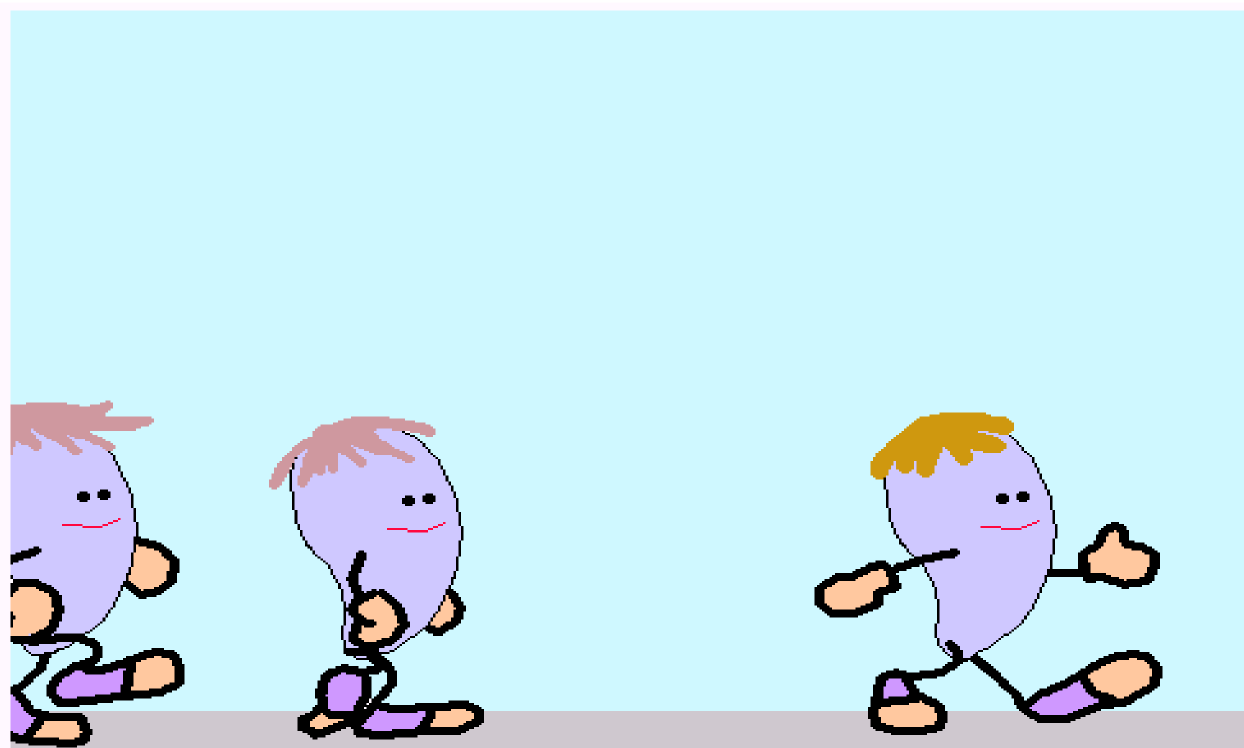
1. 消化酶：

是一类水解酶，可对应催化相关大分子的水解。

（2）有的则参与细胞内消化，如溶酶体中的一些酶。

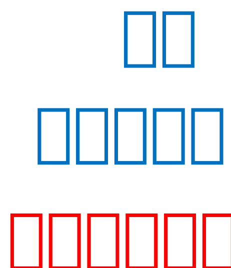
参与细胞内消化的一类酸性水解酶。大量溶酶体膜破坏，释放大量水解酶时，对细胞结构有破坏。

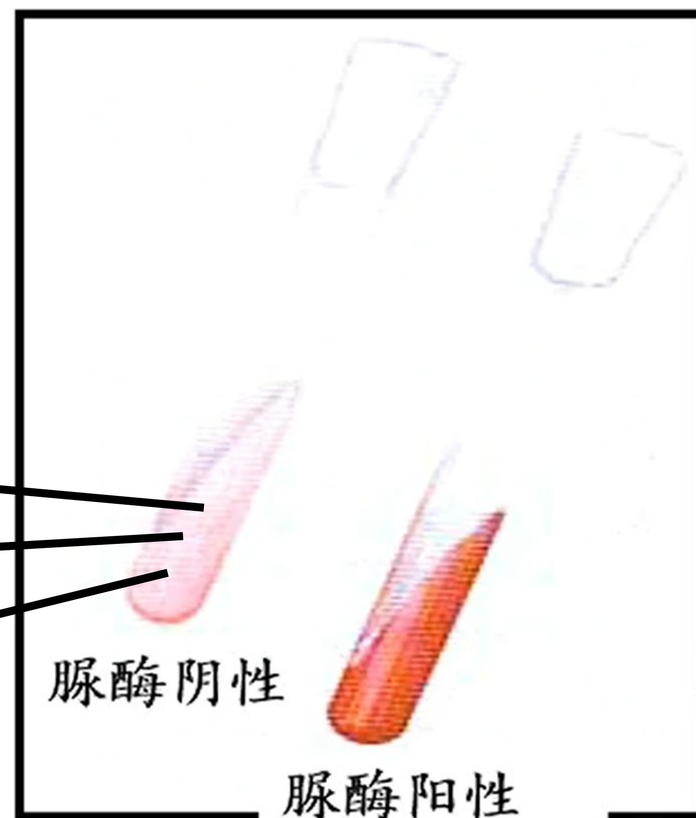
2. 溶菌酶：破坏细菌细胞壁中的肽聚糖，参与非特异性免疫。 P85



2. 溶菌酶：破坏细菌细胞壁中的肽聚糖，参与非特异性免疫。P85

3. 脲酶：分解尿素的酶，专一性强。是第一个被分离提纯的酶。广泛分布于植物的种子中，但以大豆、刀豆中含量丰富。也存在于动物血液和尿中。某些微生物也能分泌脲酶。



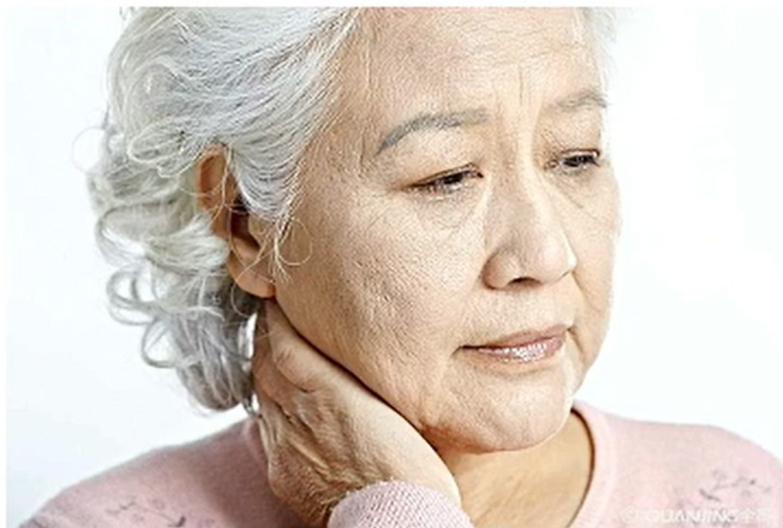


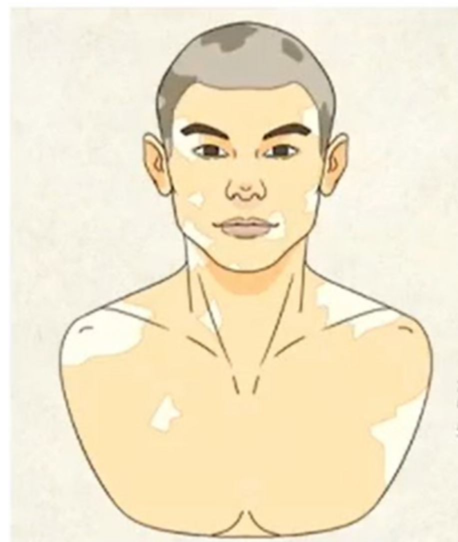
4. 酪氨酸酶：催化酪氨酸转变为黑色素的关键酶。

白化病是由于缺乏酪氨酸酶

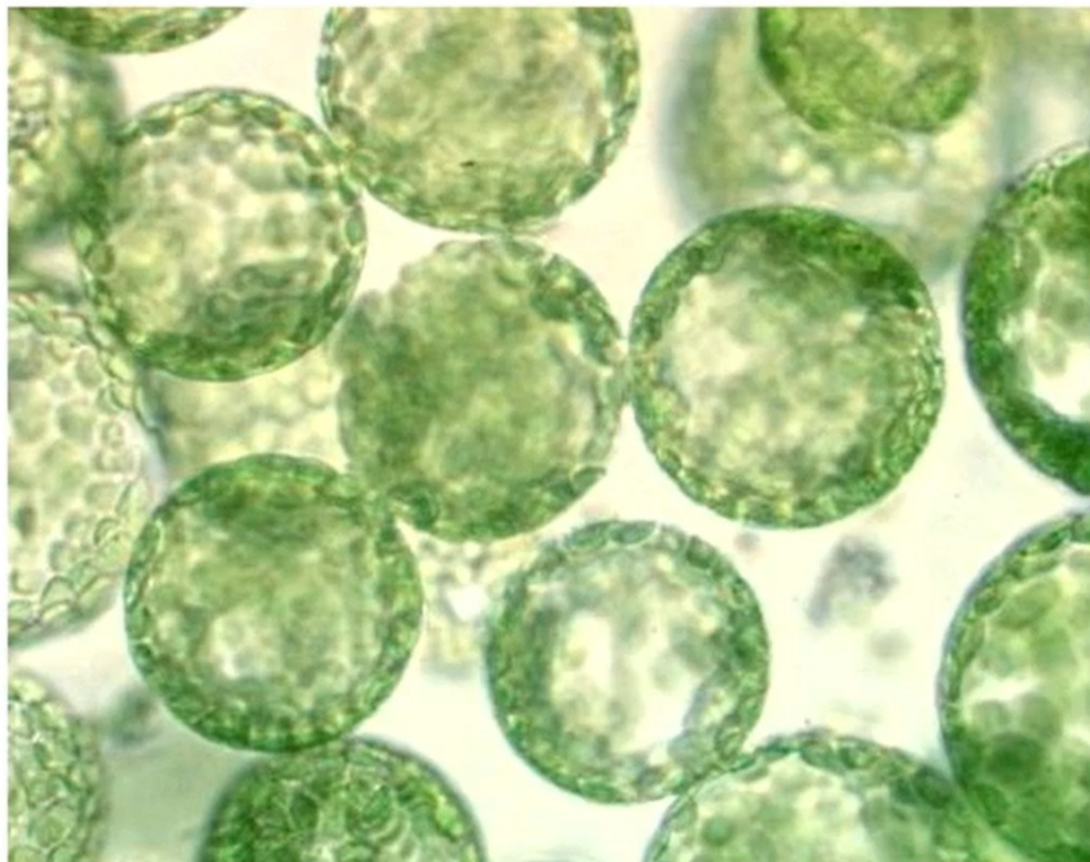
老年白发是由于细胞衰老，酪氨酸酶活性下降

白癜风主要是由于血液中存在酪氨酸酶抗体或酪氨酸合成障碍等，导致皮肤局部黑色素生成减少，出现白斑。

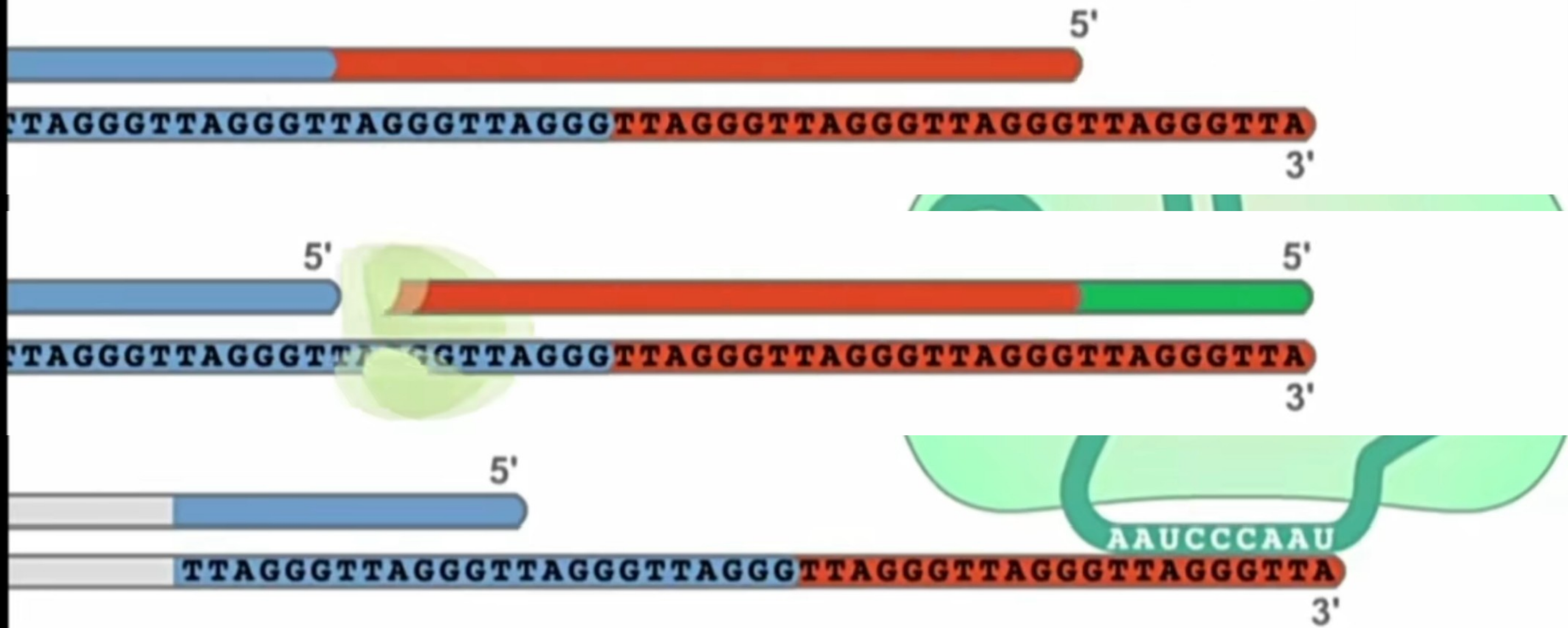




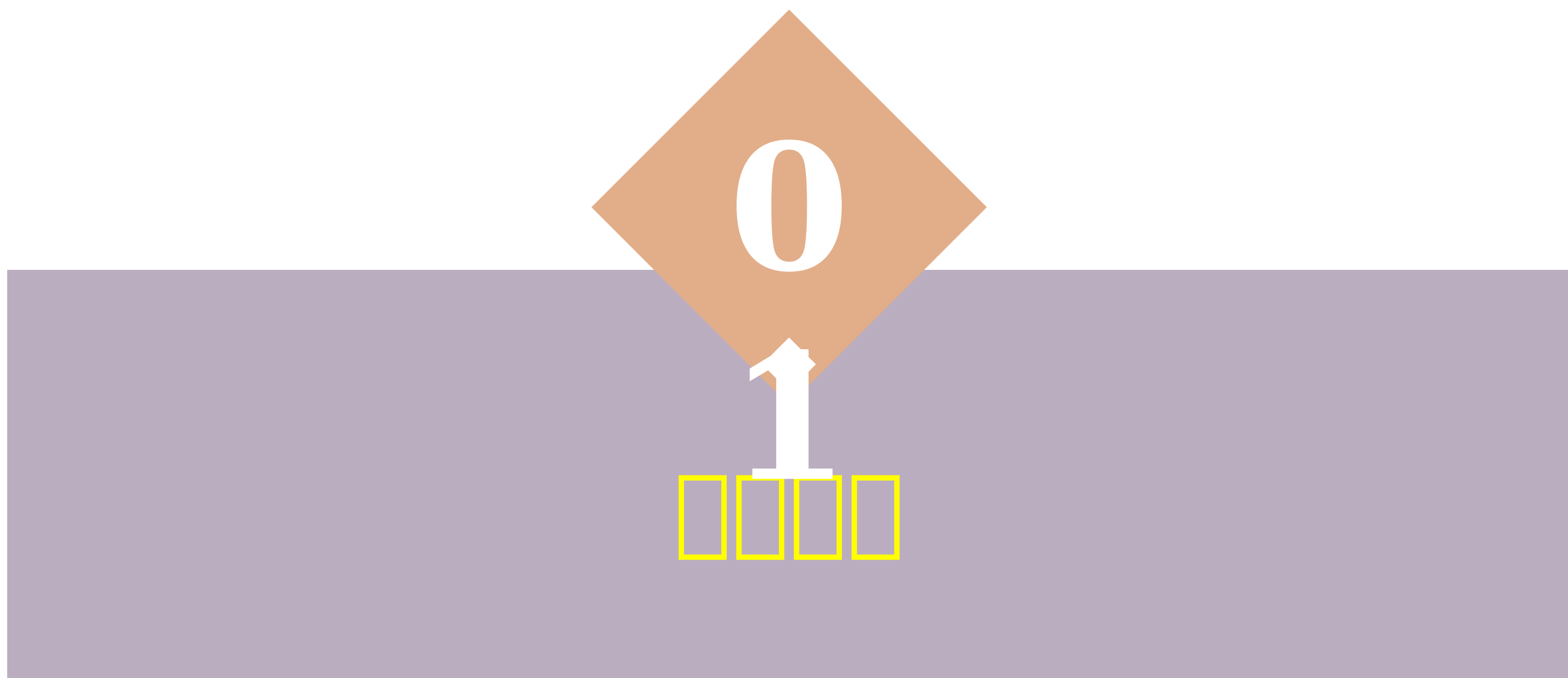
5. ________________：主要用于破坏植物细胞壁，用于制备原生质体。



激活 Win



端粒酶	以　　为模板的	
RNA聚合酶	以　　为模板的RNA聚合酶	
RNA复制酶	以　　为模板的RNA聚合酶	



1. [illegible]

2. [illegible]

3. [illegible]

□□□□

一、高效性

1. 含义

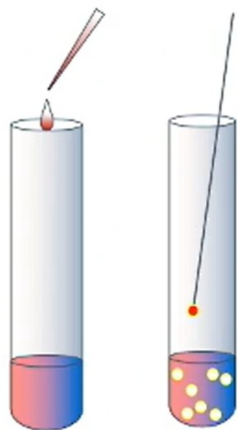
酶的催化效率是无机催化剂的10^7 ～10^{13}倍。

2. 实验验证

两滴$FeCl_3$溶液

卫生香变亮

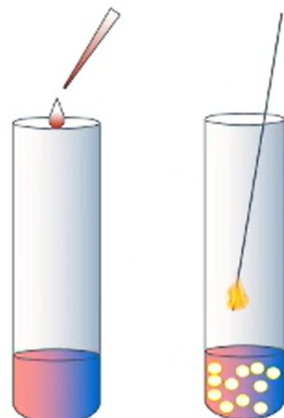
较多气泡



两滴新鲜肝脏研磨液

卫生香复燃

大量气泡



□□□□

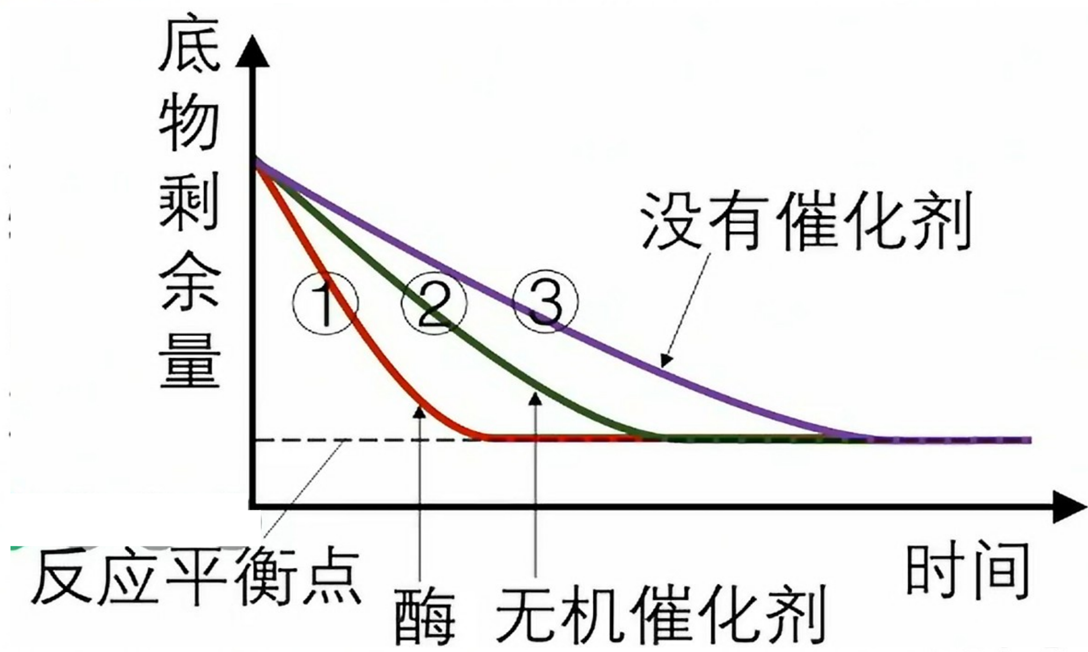
一、高效性

3. 意义

（1）保证了细胞代谢快速有效地进行。

（2）保证了细胞内能量供应的稳定。

4. 图像



（1）酶不改变化学反应的平衡点。

（2）酶不能改变最终生成物的量。

□□□□

二、专一性

1. 含义

每一种酶只能催化一种或一类化学反应。

①专一性高

如：①脲酶除了催化尿素分解，对其他化学反应也不起作用。

②碳酸酐酶只能作用于碳酸

②专一性低

如：①胰凝乳蛋白酶不仅能够水解蛋白质还能水解酯。

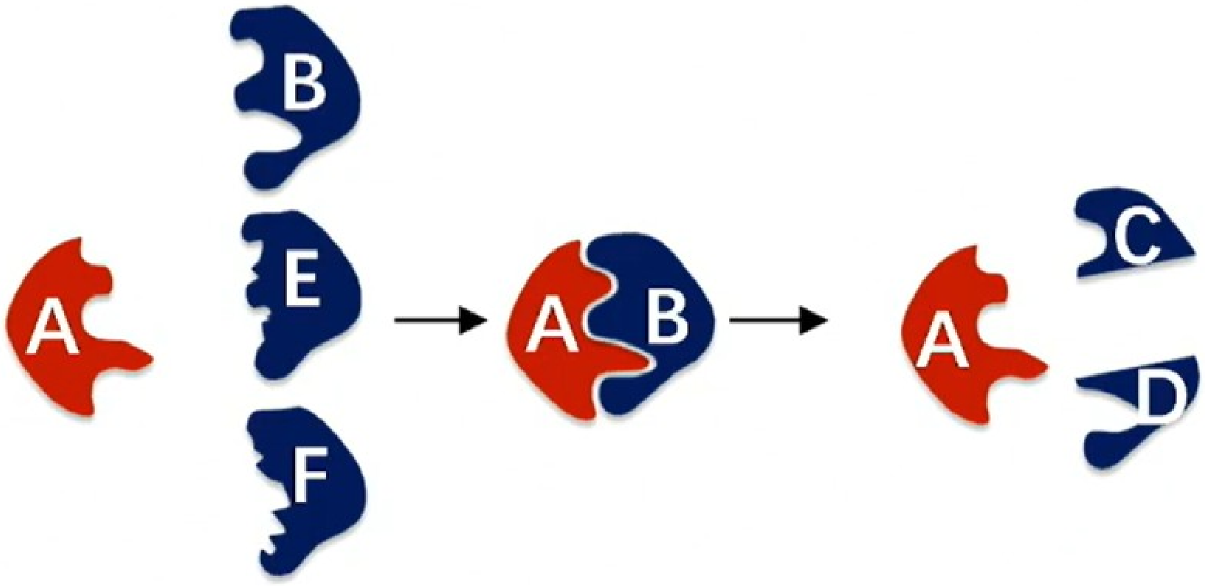
②RuBP羧化/加氧酶既能催化RuBP与CO_2反应也能催化RuBP与O_2反应。

酶的特性

二、专一性

2. 原因： ① 锁钥学说

酶有一定的空间结构，酶在反应中与底物的关系就像钥匙和锁的关系，它们的空间结构必须相互结合形成复合物才能发生反应。



- **A** 表示酶，理由是?

反应前后 **A** 的结构没有改变。

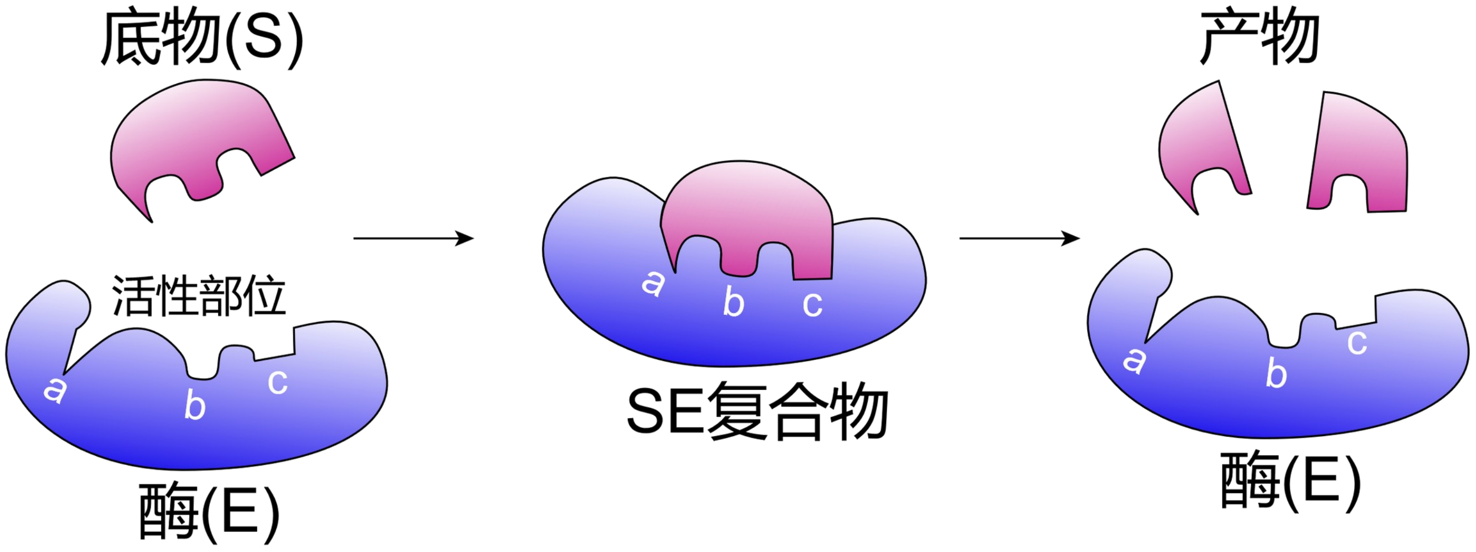
- **B**、**E**、**F** 同时存在时，酶为什么只催化底物 **B**？

底物 **B** 的结构与酶的结构吻合，能够结合在一起。

酶的特性

二、专一性

2. 原因：② 诱导契合学说



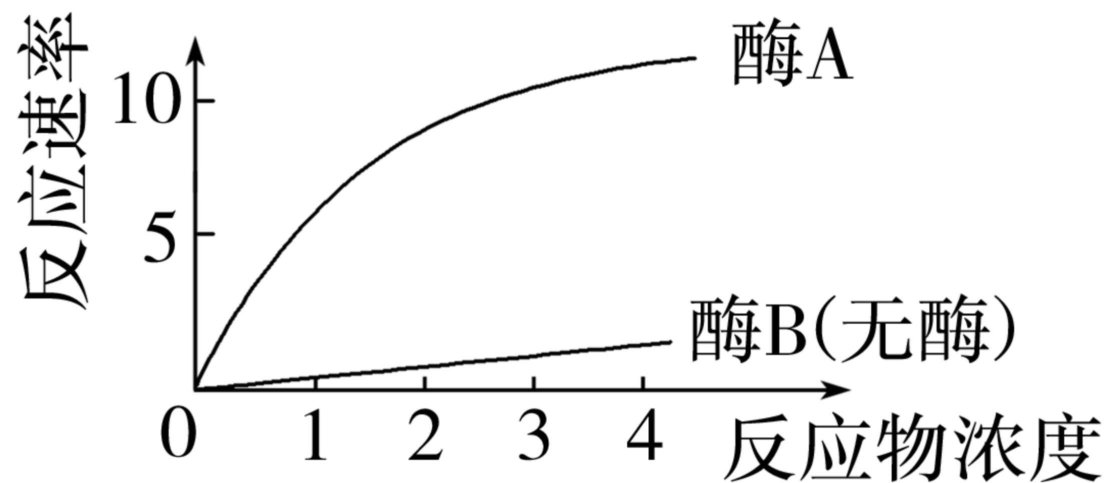
酶活性部位不是刚性不变的，其形状可在结合底物时有所改变，即底物会诱导酶发生构象变化，使酶的活性中心变得与底物的结构互补，两者相互契合，从而发挥催化功能。

□□□□

二、专一性

3. 意义： 保证了细胞代谢能够有条不紊地进行

4．□□□

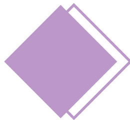


[illegible]

二、专一性

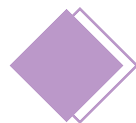
5. [illegible]

（1）实验思路

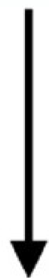


[illegible]

<table>
<tr><th rowspan="2">项目</th><th colspan="2">方案一</th><th colspan="2">方案二</th></tr>
<tr><th>对照组</th><th>实验组</th><th>对照组</th><th>实验组</th></tr>
<tr><td>材料</td><td>底物A</td><td>底物A</td><td>底物A</td><td>底物B</td></tr>
<tr><td>试剂</td><td>酶B</td><td>酶A</td><td>酶B</td><td>酶B</td></tr>
<tr><td>现象</td><td>不发生反应</td><td>发生反应</td><td>不发生反应</td><td>发生反应</td></tr>
<tr><td>结论</td><td colspan="4">酶具有专一性</td></tr>
</table>



自变量　底物的种类（淀粉、蔗糖）



无关变量　淀粉、蔗糖和酶的量
反应的温度等。

因变量　底物是否被催化（观测指标：用斐林试剂检测是否有还原糖的生成）

淀粉（非还原性）——→ 麦芽糖（还原性）

蔗糖（非还原性）——→ 葡萄糖+果糖（还原性）

能用碘液对实验结果进行检测吗？

不能。
因为蔗糖无论是否被水解都不会使碘液变色。

淀粉酶对淀粉和蔗糖的水解作用

试管编号	1	2
注入可溶性淀粉溶液	2 mL	–
注入蔗糖溶解	–	2 mL
注入新鲜的淀粉酶溶液	2 mL	2 mL
60 °C 水浴保温 5 min		
新配制的斐林试剂	2 mL	2 mL
50~65°C 水浴煮沸 1 min		
实验现象	有砖红色沉淀	无砖红色沉淀

淀粉酶的最适温度为 60°C

斐林试剂显色条件

结论

淀粉酶只能催化淀粉水解，对蔗糖则不起催化作用。

即酶具有专一性。

[illegible]

三、作用条件较温和

1. 含义

溶液的温度和pH都对酶活性有影响。与无机催化剂相比，酶所催化的化学反应一般是在比较温和的条件下进行的。

2. [illegible]

[illegible]1[illegible]

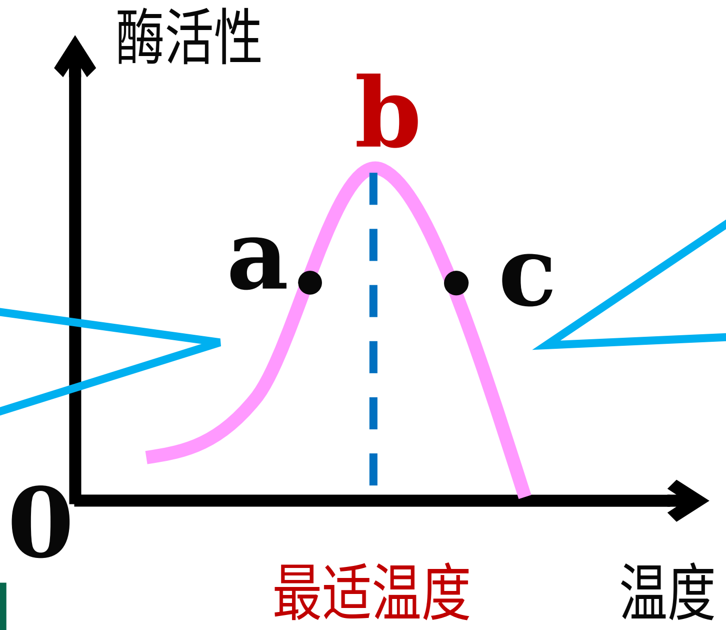
[illegible]2[illegible] pH [illegible]

酶的特性

三、作用条件较温和

（1）温度对酶活性的影响

随着温度降低，
酶活性下降，
酶的空间结构稳定，
若温度升高，
可恢复。



随着温度升高，
酶活性下降，
空间结构遭到破坏，
温度降低时，
不可恢复。

应用：低温保存酶制剂

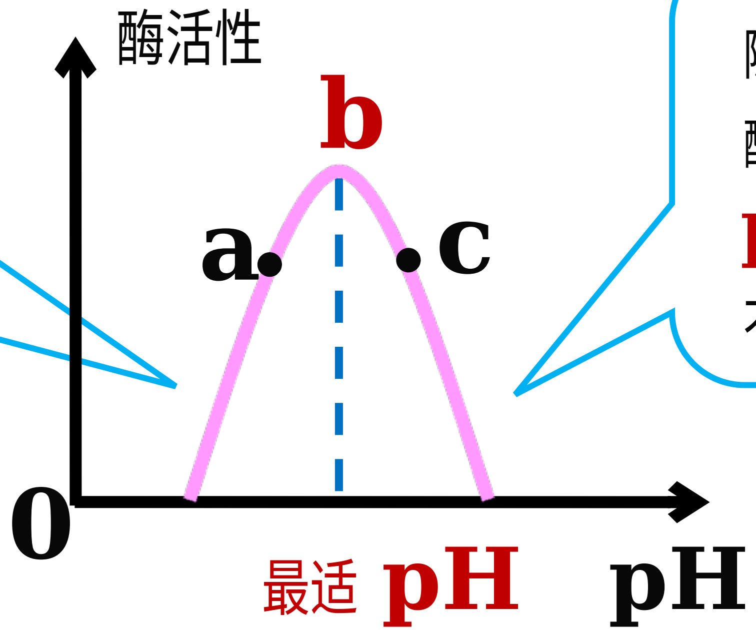
蛋白质变性，不可逆

酶的特性

三、作用条件较温和

（2） pH 对酶活性的影响

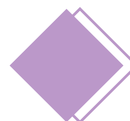
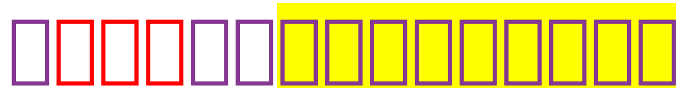
随着 pH 降低，
酶活性下降，
若 pH 升高，
不可恢复。



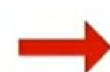
随着 pH 升高，
酶活性下降，
pH 降低时，
不可恢复。

强酸、强碱会使酶的空间结构遭到破坏，使酶永久失活。

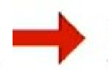
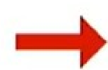
(蛋白质变性)

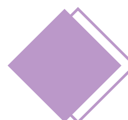
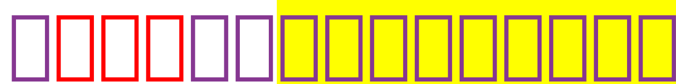



淀粉 —淀粉酶→ 麦芽糖

自变量：温度（低温、适温、高温）  如何控制 → 淀粉和酶在各自温度下保温后再混合，保证反应一开始就在预设温度下进行

无关变量：淀粉和淀粉酶的量
反应时间、pH等

因变量：酶活性 淀粉是否被催化（淀粉被催化水解的程度）  如何检测  加入碘液，观察颜色变化的深浅

淀粉 → 各自在所控制的温度下处理一段时间

淀粉酶 → 各自在所控制的温度下处理一段时间

↓

相应温度的淀粉和淀粉酶混合

↓

在各自所控制的温度下保温一段时间

↓

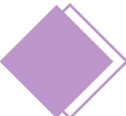
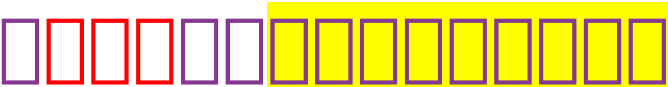
滴加碘液，观察颜色变化

①能否用过氧化氢酶和过氧化氢来探究温度对酶活性的影响？

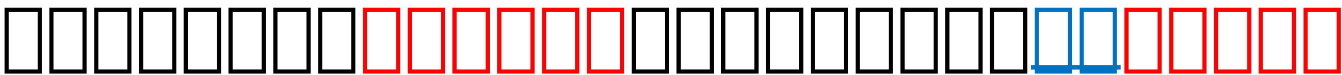
因为过氧化氢本身受热易分解，会对实验结果造成干扰。

②能否用斐林试剂对实验结果进行检测？

该实验的自变量是温度，用斐林试剂检测时需要水浴加热，这样会干扰自变量。

操作	1号试管	2号试管	3号试管	4号试管	5号试管	6号试管
	0°C	0°C	50°C	50°C	100°C	100°C
加淀粉	2mL	—	2mL	—	2mL	—
加淀粉酶	—	2mL	—	2mL	—	2mL
保温	在各自温度下保温5min					
混合	将2号加入1号中		将4号加入3号中		将6号加入5号中	
保温	在各自温度下保温5min					
加碘液	2滴		2滴		2滴	
观察颜色	变蓝		不变蓝		变蓝	



1. 凝乳酶可以催化凝乳反应。将每组试管中的凝乳酶和乳汁混合后在原温度条件下继续水浴，记录凝乳所需的时间，结果如表所示。请回答下列问题：

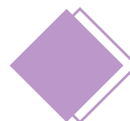
(1) 请给该实验写一个实验题目______________。

(2) 实验中每组两支试管中的凝乳酶和乳汁先在设定温度保温15min后再混合，这样做的理由是______________。

(3) 通过上述实验并确定凝乳酶的最适温度范围是 20 °C ~ 40°C 。

组别	A	B	C	D	E	F
水浴温度（°C）	10	20	30	40	50	60
凝乳时间（min）	不凝	7.0	1.0	1.5	4.0	不凝

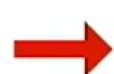
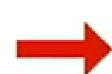
20°C~40°C

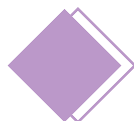


pH

自变量 pH（低pH、适宜pH、高pH）

无关变量 过氧化氢和过氧化氢酶量、反应的时间、温度等

因变量 H_2O_2分解速率  如何检测？  可用带火星的卫生香燃烧的情况



□□□□□□□□ pH □□□□□□□

实验注意事项！！

①（实验材料）为何选择H_2O_2和H_2O_2酶作为实验材料，而不选淀粉和淀粉酶作为实验材料？

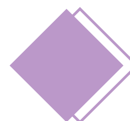
➢ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

②（实验步骤）在探究pH对酶活性的影响实验中，酶应先在预设的pH反应一段时间后再和底物混合？还是先混合再反应？原因？

➢ □□□□□ **pH** □□□□□□□□□ **pH** □□□□□□□□□□□□□□□□□□ $\mathbf{H_2O_2}$ □□ $\mathbf{H_2O_2}$ □□□□□□□□□□□□□□ **pH** □□□□□

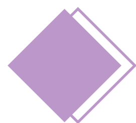
③ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

➢ $\mathbf{H_2O_2}$ □□□□□□□□□□□□□□□□



[illegible] pH [illegible]

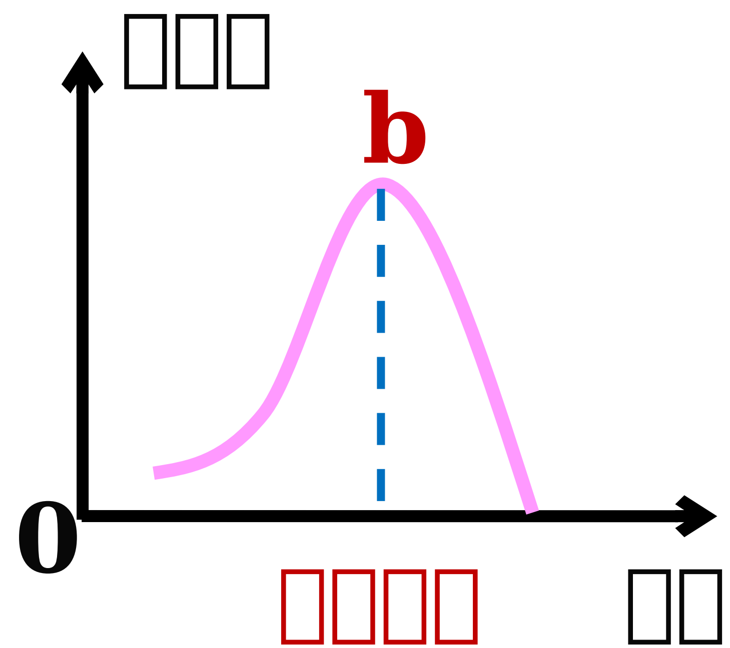
过氧化氢溶液		1号试管	2号试管	3号试管
实验步骤	一	试管各加入2滴过氧化氢酶溶液		
	二	1 mL 0.01 mol/L的盐酸溶液	1 mL蒸馏水	1 mL0.01 mol/L的NaOH溶液
	三	各加入2mL体积分数为3%的过氧化氢溶液，2—3min后将点燃的卫生香分别放入试管中		
实验现象		无明显变化	复燃	无明显变化
结论		[illegible] pH [illegible]		

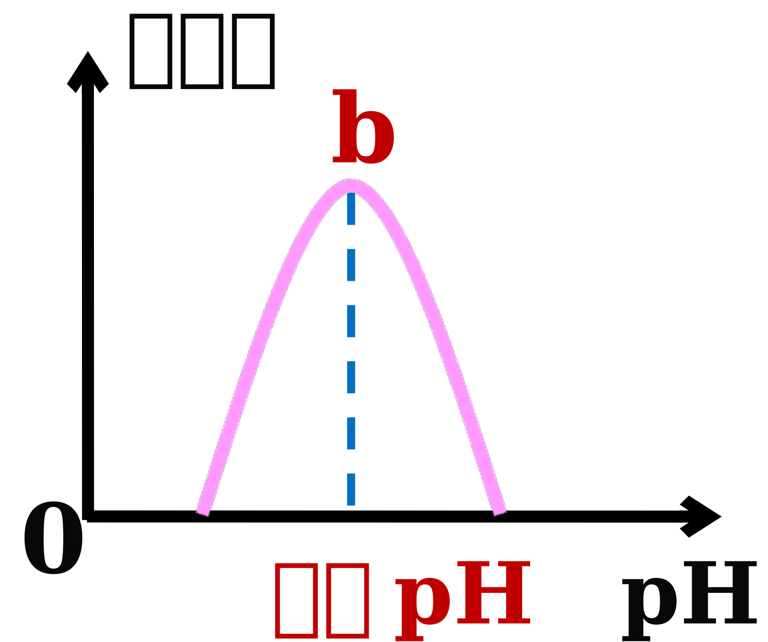


pH

三、作用条件较温和

4. 相关曲线

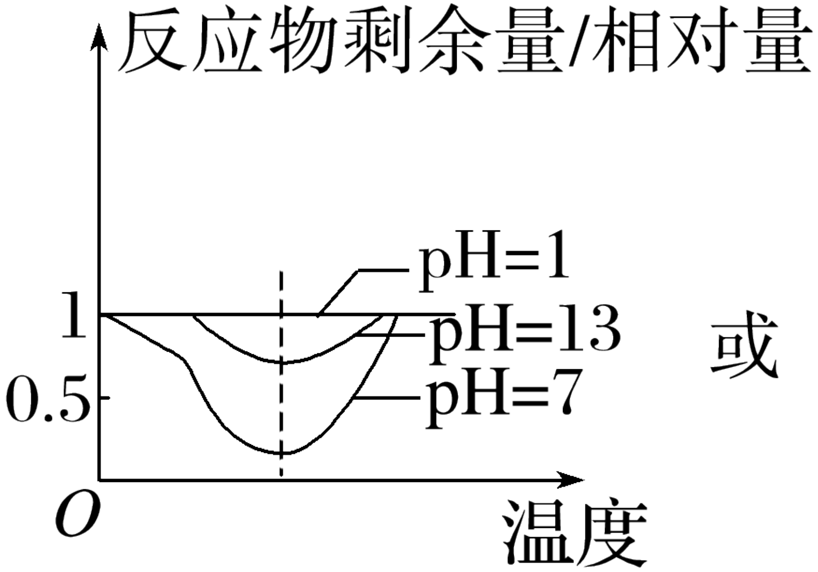




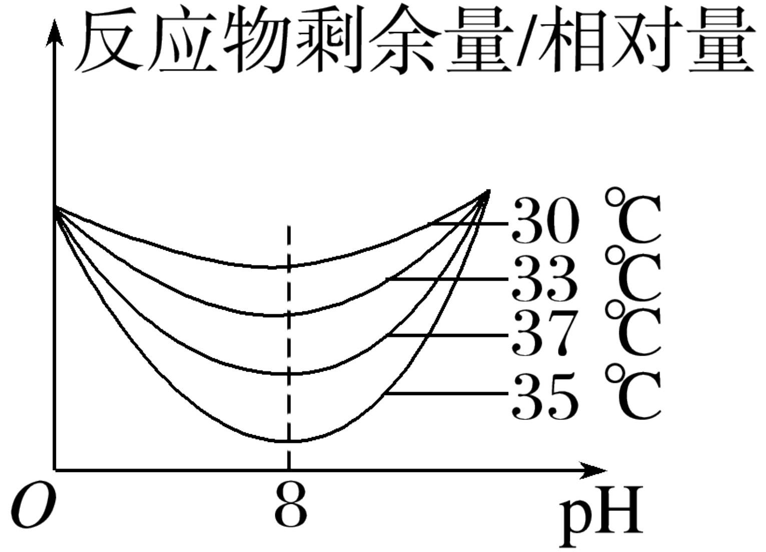
用过氧化氢酶探究 pH 对酶活性的影响

三、作用条件较温和

4. 相关曲线



或



① 自变量是什么? ➢ 温度、pH

② 想研究温度对酶活性的影响，应该怎么看?

➢ 看最适 pH 下的曲线

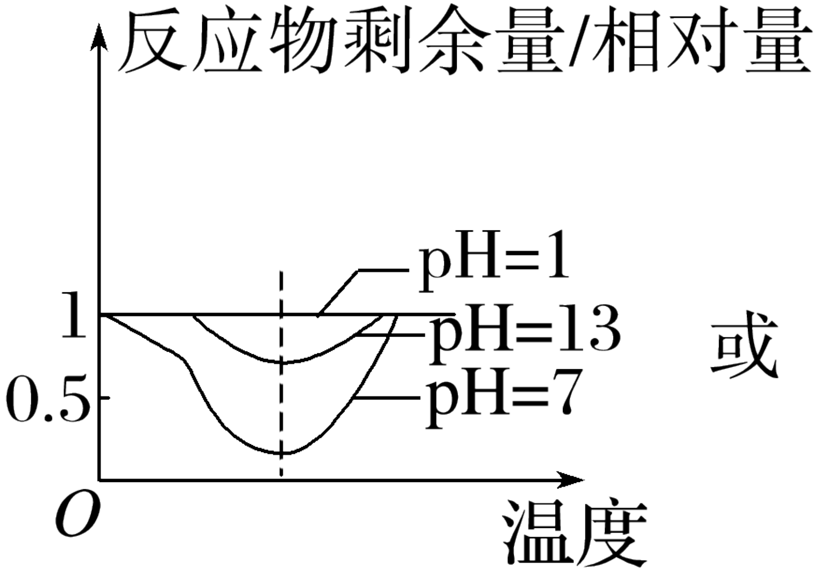
➢ 看同一 pH 下的曲线

③ 想研究 pH 对酶活性的影响，应该怎么看? ➢ 同一温度

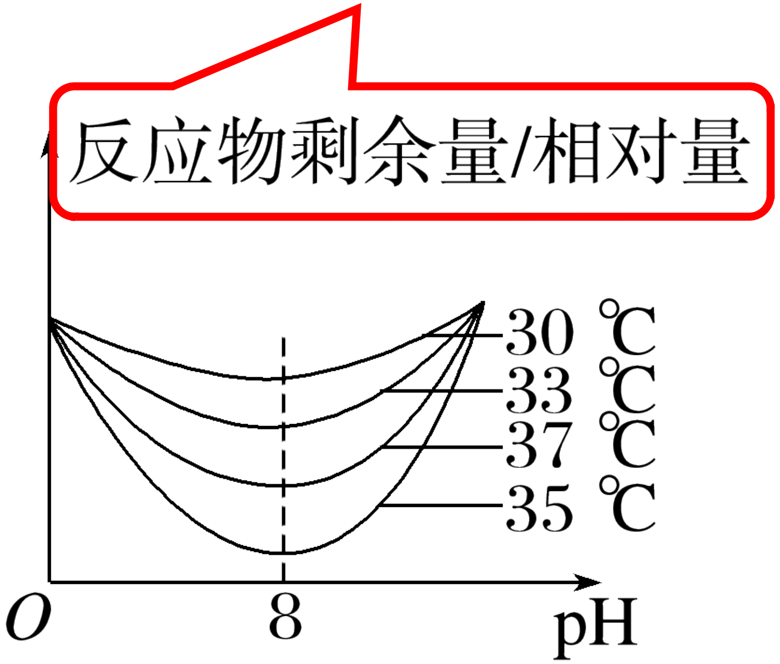
三、作用条件较温和

4. 相关曲线

以酶促反应速率代表酶活性



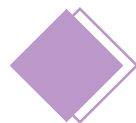
或



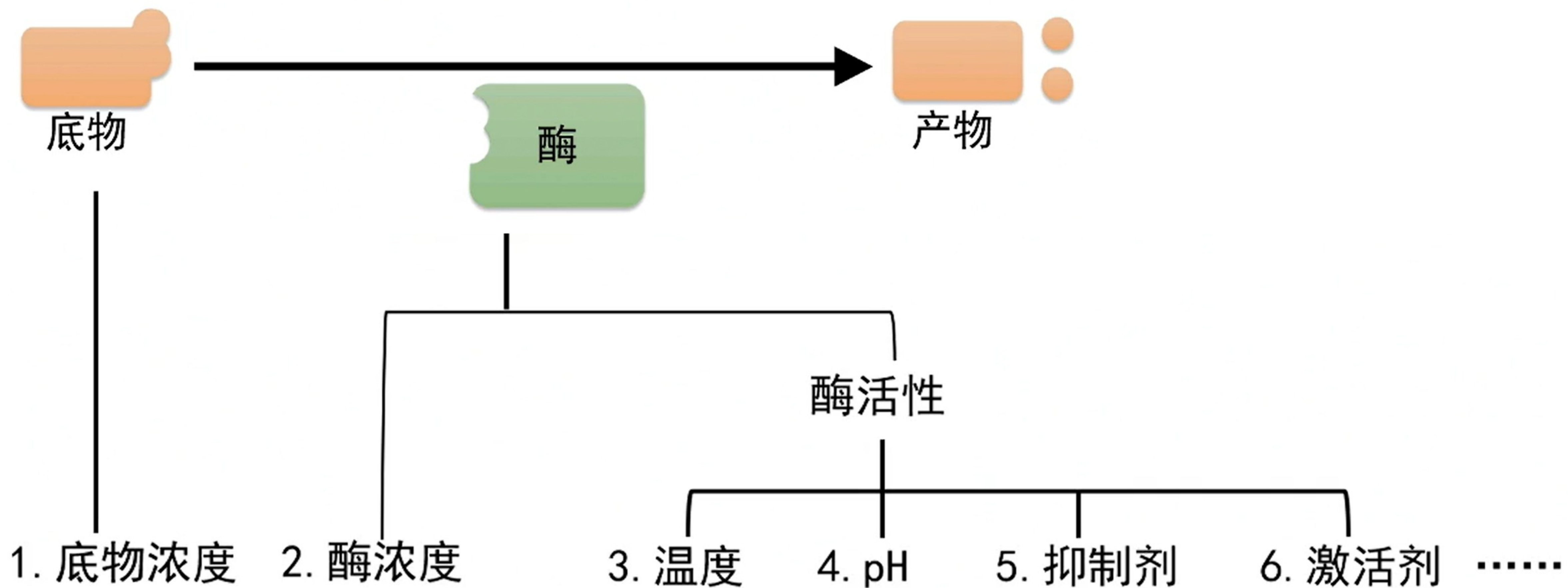
据图可知，不同 **pH** 条件下，酶最适温度__________________； 不变

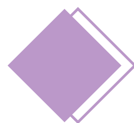
不同温度条件下，酶最适 **pH**_________________；也不变

即反应溶液 **pH(** 温度 **)** 的变化不影响酶作用的最适温度（**pH**）。

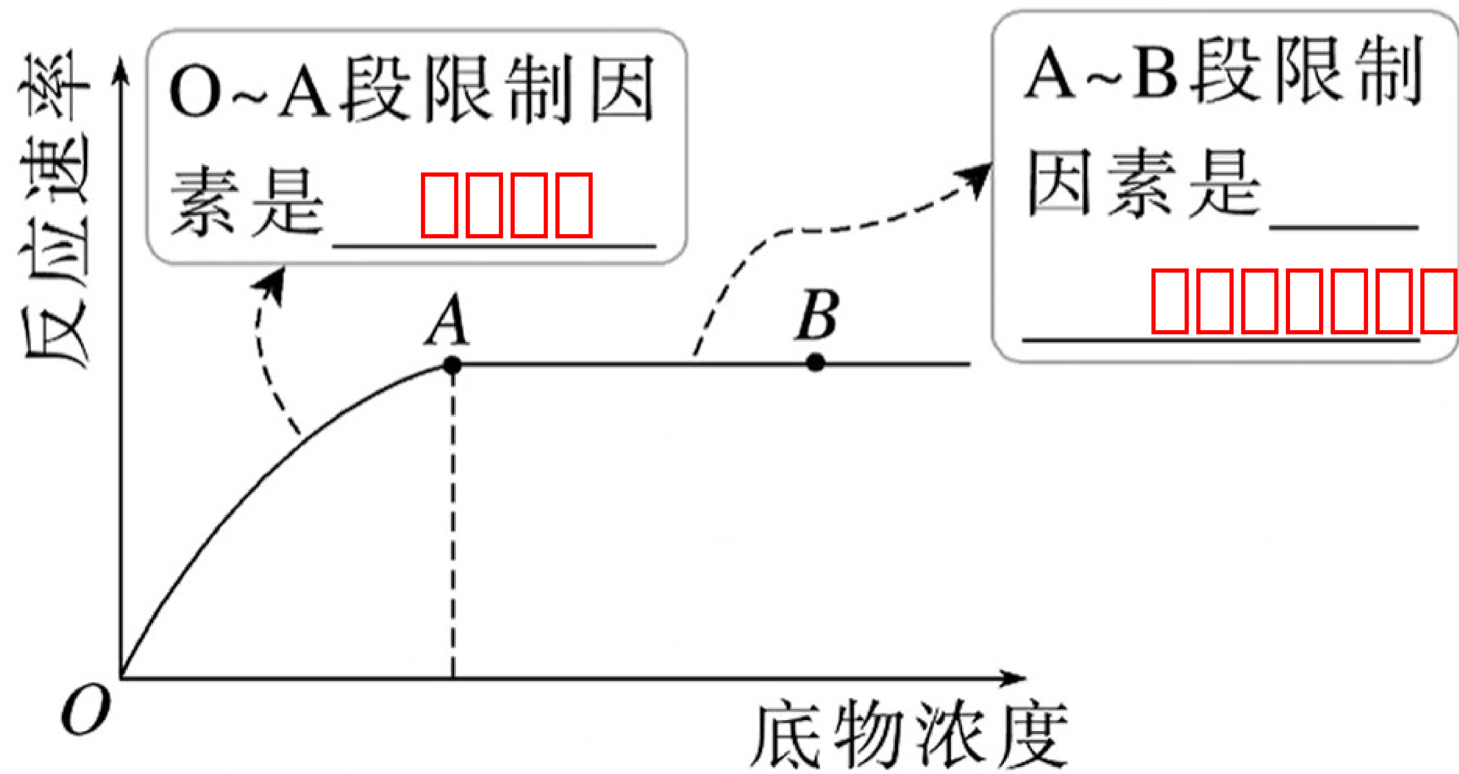


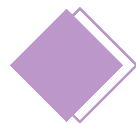
一、酶促反应速率



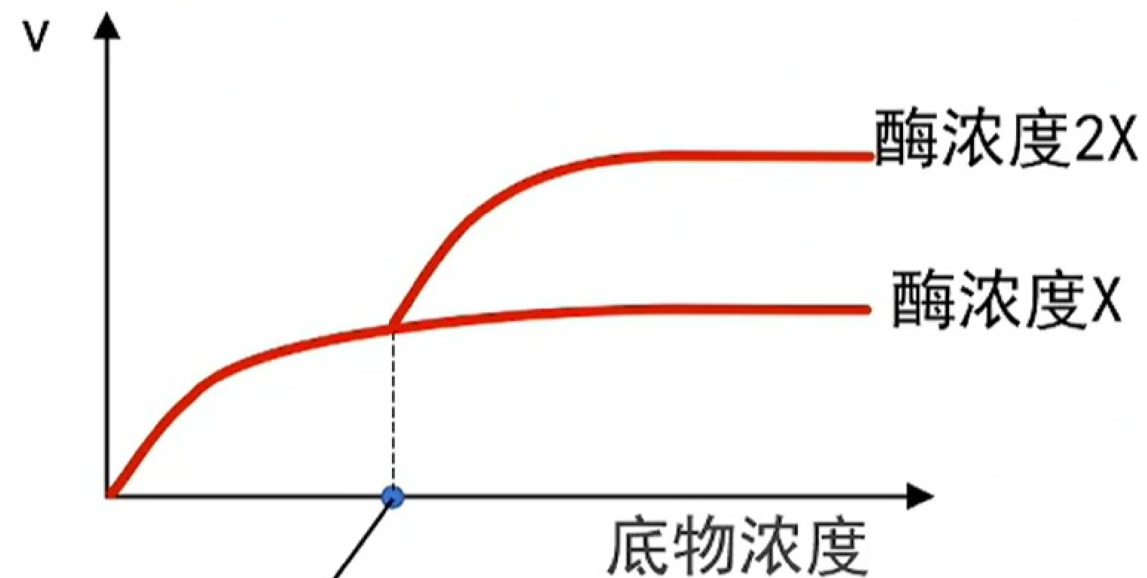


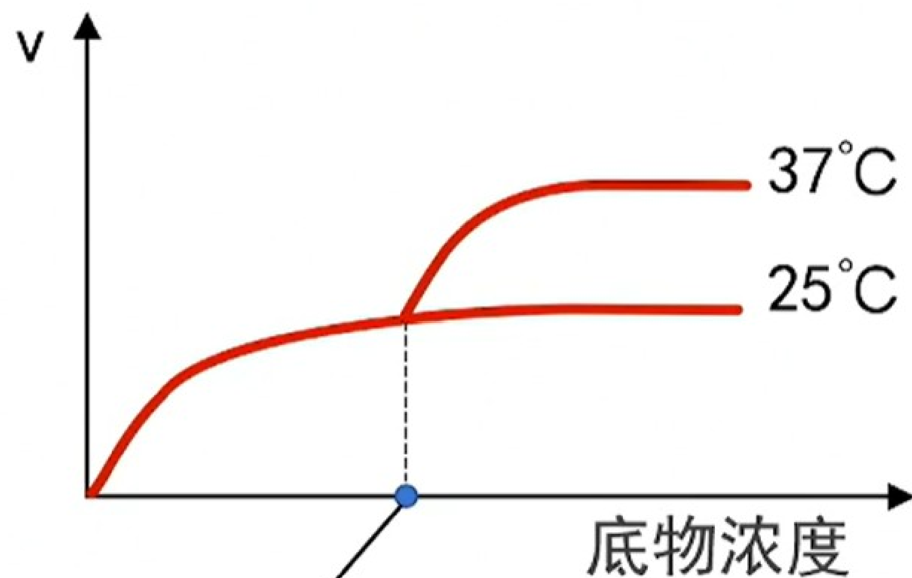
1. 底物浓度对酶促反应速率的影响

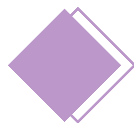




1. 底物浓度对酶促反应速率的影响

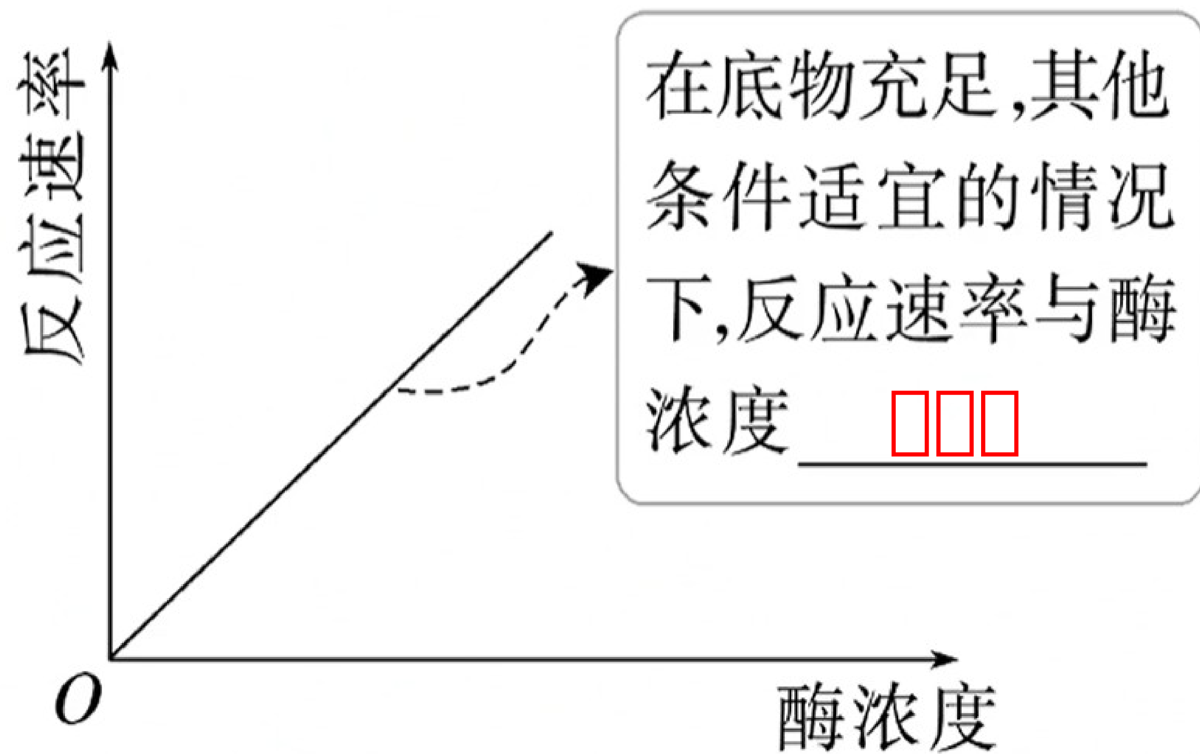


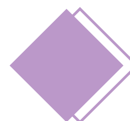




□□□□□□□□□□□

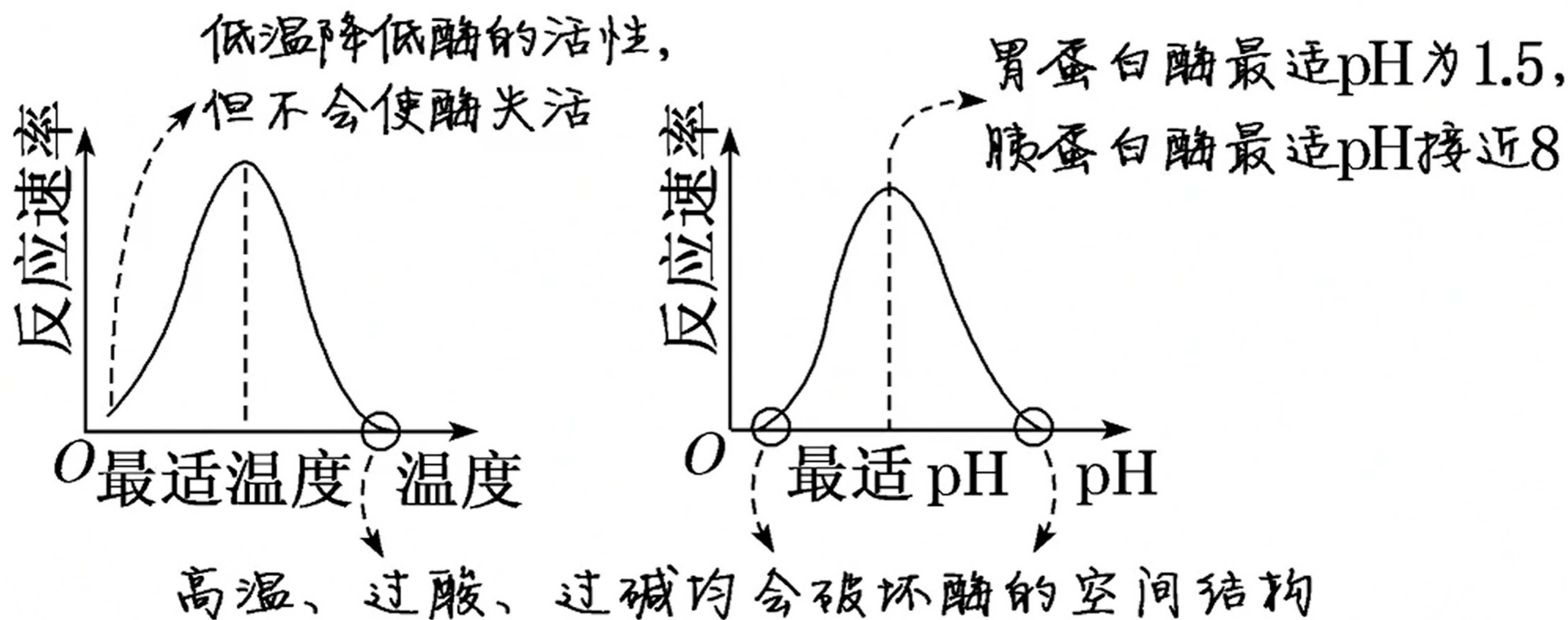
2. 酶浓度对酶促反应速率的影响





3. 酶活性对酶促反应速率的影响

（1）温度和pH

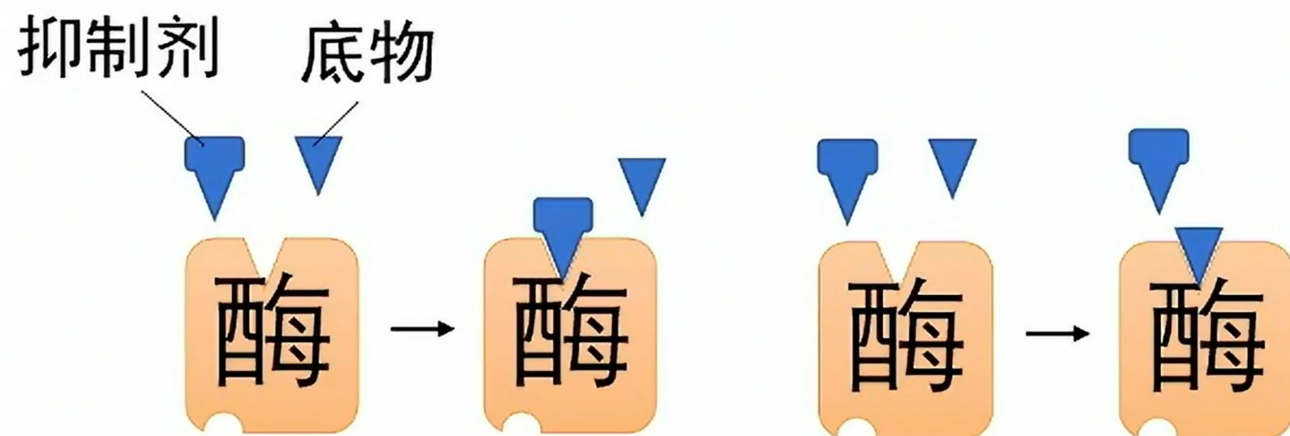


3. 酶活性对酶促反应速率的影响

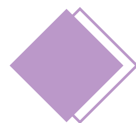
（2）酶抑制剂

竞争性抑制剂

竞争性抑制剂的化学结构与底物相似，因而能与底物竞争与酶活性部位的结合，当抑制剂结合于酶的活性部位后，底物被排斥在酶活性部位之外，导致酶促反应被抑制。



竞争性抑制剂的抑制作用____通过增大底物浓度来抵消其抑制作用，

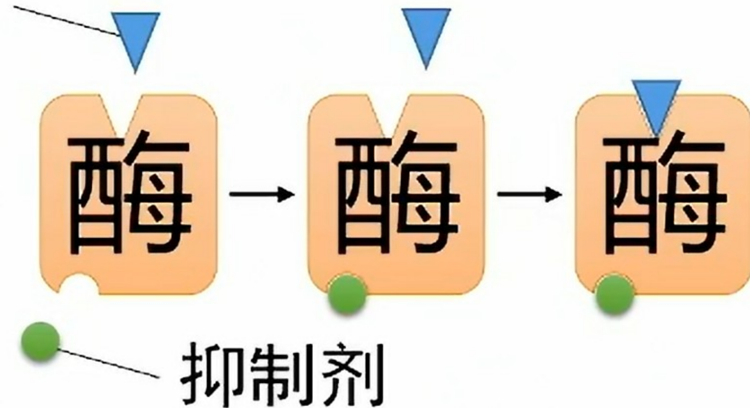


3. 酶活性对酶促反应速率的影响

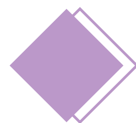
（2）酶抑制剂

非竞争性抑制剂

酶可同时**与底物**及这类**抑制剂结合**，且底物和非竞争性抑制剂与酶的结合能力互不影响，**但形成的三元复合物不能进一步分解为产物**，导致酶促反应被抑制。抑制剂的结合位点与底物结合位点不同。

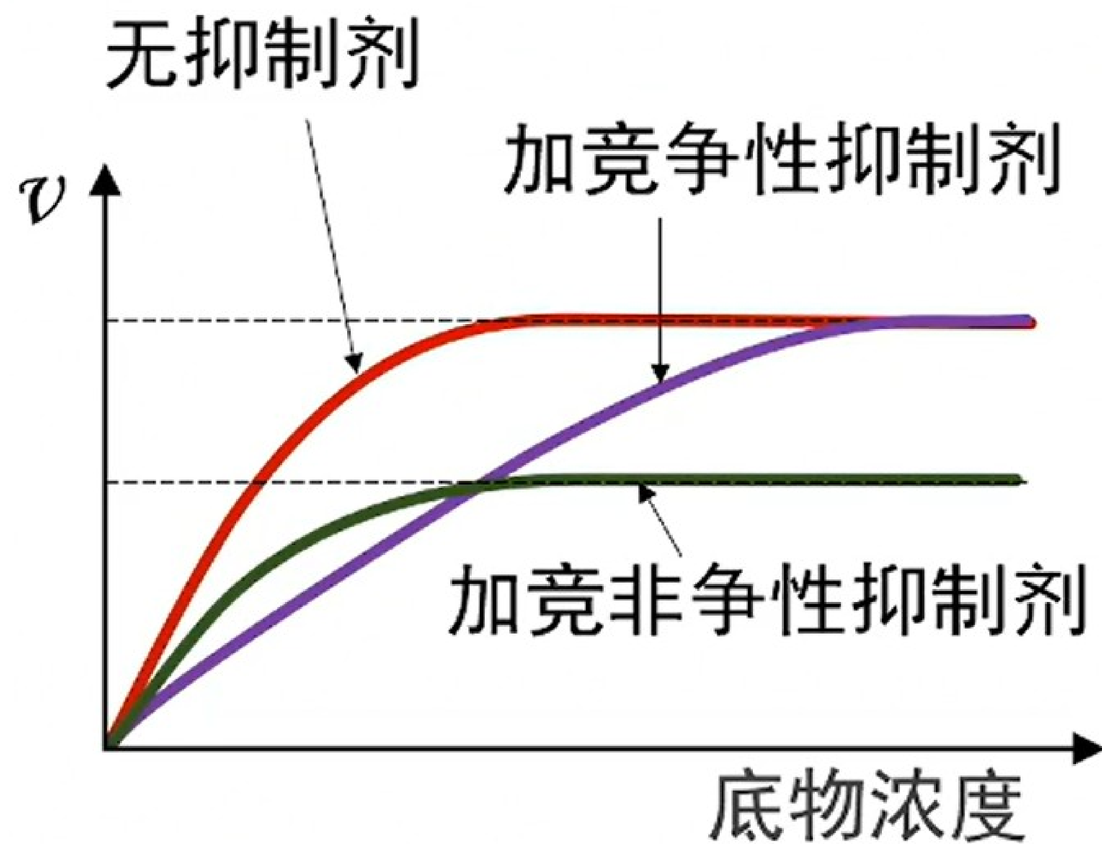


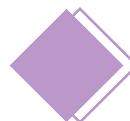
非竞争性抑制剂的抑制作用____通过增大底物浓度来抵消其抑制作用。



3. 酶活性对酶促反应速率的影响

（2）酶抑制剂





3. 酶活性对酶促反应速率的影响

（3）酶激活剂：提高酶活性的物质，称为酶的激活剂。

有些酶在有激活剂存在时才有活性或性较高。

大部分激活剂是无机盐离子，

K^{+}、Na^{+}、Ca^{2+}、Mg^{2+}、Zn^{2+}、Cl^{-}、I^{-}等。

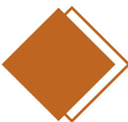
相关信息 选择性必修3 P_{77}

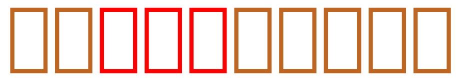
真核细胞和细菌的DNA聚合酶都需要Mg^{2+}激活。因此，PCR反应缓冲溶液中一般要添加Mg^{2+}。

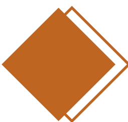
激活 Windows
转到"设置"以激活 Windows。

具有专一性的五类物质

1.酶：每一种酶只能催化一种或一类化学反应。
如限制性内切核酸酶能识别特定的核苷酸序列，并在特定的切割位点上切割DNA分子。
2.转运蛋白：某些物质通过细胞膜时需要转运蛋白协助，
不同物质所需转运蛋白一般不同。
3.激素：激素特异性地作用于靶细胞、靶器官，其原因在于它的靶细胞膜或胞内存在与该激素特异性结合的受体。 4.tRNA：每种tRNA只能识别并转运一种氨基酸。 5.抗体：一种抗体只能与相应的抗原发生特异性结合。







具有特异性的物质

1.抗体：一种抗体只能与相应的抗原发生特异性结合
2.抗原：一种抗原只能与相应的抗体发生特异性结合 3.DNA分子：每种特定的DNA分子都有其独特的脱氧核苷酸序列 4.受体：细胞膜或者细胞内激素、神经递质等的受体（糖蛋白）一般具有特异性

当我们讨论某种功能时，特异性和专一性可以互用；
但当我们讨论结构时，一般只能使用特异性，不能使用专一性。

练习

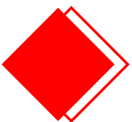
① 细胞代谢能够有条不紊地进行，主要由酶的高效性决定。 (   ) ×

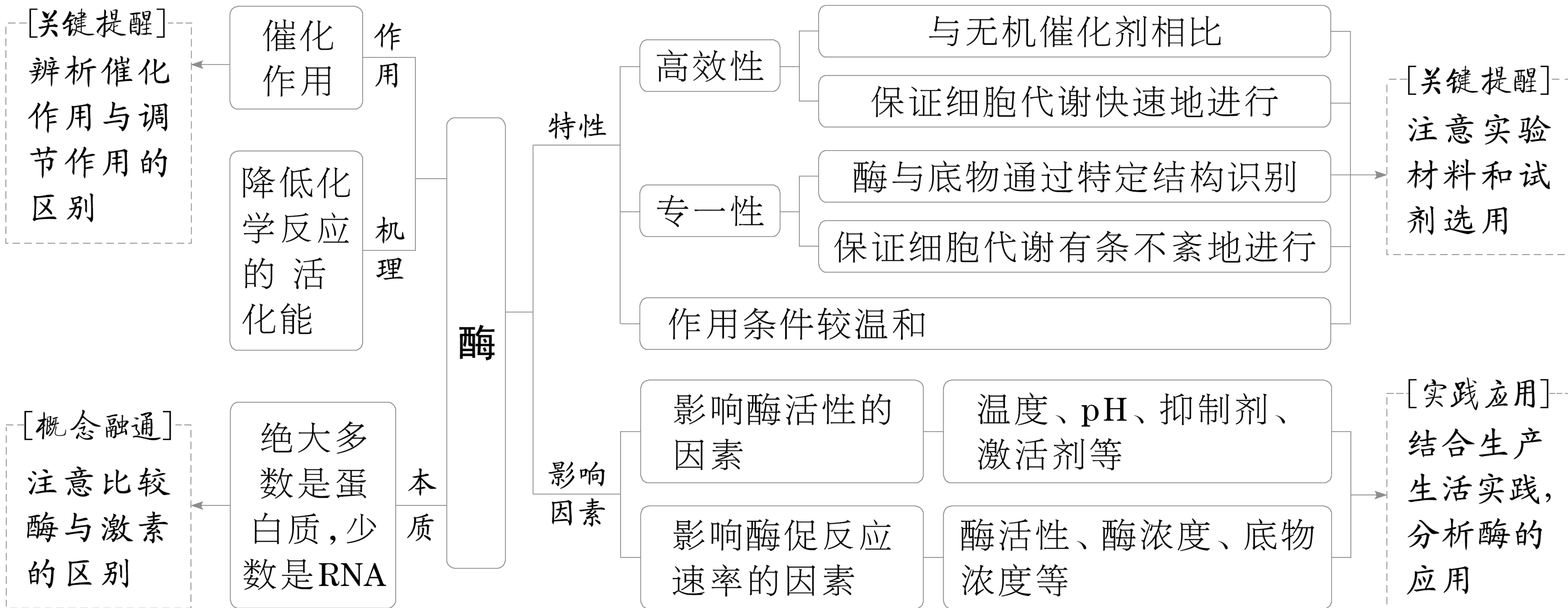
② 处于酶活性最高时的温度有利于酶的保存。 (   ) ×

③ 所有酶的合成都包括转录和翻译两个过程。 (   ) ×

④ 酶既可作为催化剂，也可以作为另一个反应的底物 (   ) √

➢ 淀粉酶（本质蛋白质）可以被蛋白酶催化水解。





[关键提醒]
辨析催化作用与调节作用的区别
催化作用
作用
降低化学反应的活化能
机理
[概念融通]
注意比较酶与激素的区别
绝大多数是蛋白质，少数是RNA
本质
酶
特性
高效性
与无机催化剂相比
保证细胞代谢快速地进行
专一性
酶与底物通过特定结构识别
保证细胞代谢有条不紊地进行
作用条件较温和
[关键提醒]
注意实验材料和试剂选用
影响因素
影响酶活性的因素
温度、pH、抑制剂、激活剂等
影响酶促反应速率的因素
酶活性、酶浓度、底物浓度等
[实践应用]
结合生产生活实践，分析酶的应用